

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS
GENÉTICOS VEGETAIS – RGV

Suzeli Simon

COMPORTAMENTO VITI-ENOLÓGICO DAS VARIEDADES
MERLOT E CABERNET SAUVIGNON (*Vitis vinifera* L.) EM
DIFERENTES ALTITUDES NO SUL DO BRASIL

Florianópolis
2014

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS
GENÉTICOS VEGETAIS – RGV

Suzeli Simon

COMPORTAMENTO VITI-ENOLÓGICO DAS VARIEDADES
MERLOT E CABERNET SAUVIGNON (*Vitis vinifera* L.) EM
DIFERENTES ALTITUDES NO SUL DO BRASIL

Florianópolis
2014

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Simon, Suzeli

COMPORTAMENTO VITI-ENOLÓGICO DAS VARIEDADES MERLOT E
CABERNET SAUVIGNON (Vitis vinifera L.) EM DIFERENTES
ALTITUDES NO SUL DO BRASIL / Suzeli Simon ; orientador,
Aparecido Lima Da Silva - Florianópolis, SC, 2014.
145 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-
Graduação em Recursos Genéticos Vegetais.

Inclui referências

1. Recursos Genéticos Vegetais. 2. Vitivinicultura. 3.
Regiões de altitude elevada. 4. Ecofisiologia. 5.
Compostos fenólicos. I. Lima Da Silva, Aparecido. II.
Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-
Graduação em Recursos Genéticos Vegetais. III. Título.

Suzeli Simon

COMPORTAMENTO VITI-ENOLÓGICO DAS VARIEDADES
MERLOT E CABERNET SAUVIGNON (*Vitis vinifera* L.) EM
DIFERENTES ALTITUDES NO SUL DO BRASIL

Dissertação de Mestrado
submetido (a) ao Programa de Pós
Graduação em Recursos Genéticos
Vegetais da Universidade Federal
de Santa Catarina para a obtenção
do Grau de Mestre em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Aparecido
Lima da Silva

Florianópolis
2014

AGRADECIMENTOS

Agradeço com todo o carinho, aos meus pais Helio Simon e Maria Beatriz Dallavechia Simon e aos meus irmãos Simone e Ricardo, por todo o apoio e amor.

Ao Rodrigo Copetti, agradeço por estar sempre ao meu lado e ser minha luz, meu sorriso e minha paz.

Em especial agradeço ao meu orientador, Prof. Aparecido Lima da Silva, pela alegria e otimismo, amizade e ensinamentos durante o meu mestrado.

Aos grandes amigos, Gabriella Vanderlinde e Alberto Brighenti, agradeço especialmente pela amizade e companheirismo e ainda pelos ensinamentos. Juntos fomos e somos mais fortes e crescemos!

Agradeço a Luciane Malinovski pelos ensinamentos e especialmente pela amizade.

Agradeço todos os colegas e amigos do NEUVIN, Bruno, Ediany, Débora, Juliana, Tiago, Larissa, Jaqueline, Mônica, Tatiane e Marcelo, pelas risadas, pelos auxílios nas viagens de campo e análises no laboratório.

Agradeço muito a professora Marilde Bordignon e Carol Panceri pela ajuda nas análises químicas dos vinhos e pela disponibilidade da realização do trabalho.

Aos pesquisadores Dr. Hamilton Justino Vieira e Cláudia Campos pelas orientações e contribuições com os parâmetros climáticos.

A vinícola Abreu e Garcia (Dr. Ernani e Janaína), por terem permitido a realização deste trabalho, em especial ao Tarcisio por todo apoio a campo e ao Fábio pela realização das microvinificações.

A Estação Experimental da Epagri de São Joaquim, em especial ao Emílio Brighenti pelo apoio e ajuda na realização das atividades. Ao João Felipetto pela realização das microvinificações.

Ao programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais – UFSC, aos funcionários e professores que contribuíram na minha formação profissional.

A CAPES, pela concessão da bolsa.

RESUMO

A vitivinicultura brasileira destaca-se devido ao aumento de plantios de variedades de videira (*Vitis vinifera* L.), principalmente em regiões de elevada altitude (acima de 900 metros) situadas no Estado de Santa Catarina. Estas regiões possuem características próprias e distintas das tradicionais regiões produtoras brasileiras devido a suas condições climáticas, produzindo uvas e vinhos com características diferenciadas, tais como altos teores de compostos fenólicos e alta atividade antioxidante. Diante desta situação, o presente trabalho objetivou caracterizar o clima e o comportamento vitícola e enológico das variedades Merlot e Cabernet Sauvignon, durante o ciclo vegetativo e reprodutivo 2012/2013, em dois vinhedos localizados em diferentes faixas de altitude, nas regiões de Campo Belo do Sul (950 m) e São Joaquim (1400 m), Santa Catarina. Durante todo o ciclo foram monitoradas as variáveis climáticas: temperatura máxima, média e mínima (°C), amplitude térmica (°C), radiação solar global (W m^{-2}), radiação fotossinteticamente ativa ($\mu\text{molfotons.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$), precipitação pluviométrica (mm), umidade relativa do ar (%) e foram calculados os índices bioclimáticos, soma térmica de Winkler e índice de Huglin. Os principais estádios fenológicos foram determinados ao longo do ciclo vegetativo, brotação, floração, início da maturação e maturidade. A curva de maturação dos frutos foi realizada quinzenalmente para determinar a evolução dos sólidos solúveis totais, acidez total titulável, pH, polifenóis totais e antocianinas. As uvas foram microvinificadas na Estação Experimental de São Joaquim - EPAGRI e na vinícola Abreu e Garcia. Os vinhos foram caracterizados quanto à atividade antioxidante *in vitro*, antocianinas monoméricas totais, polifenóis totais, perfil fenólico, estilbenos, compostos fenólicos flavonóides e não flavonóides. Durante o período de realização das pesquisas, foi possível observar que as regiões de altitude do Estado de Santa Catarina, Campo Belo do Sul a 950 metros e São Joaquim a 1400 metros apresentam características climáticas favoráveis para o cultivo das variedades Merlot e Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L.), resultando em um adequado comportamento viti-enológico das variedades. As temperaturas mais elevadas e a maior intensidade de radiação solar de Campo Belo do Sul resultaram em plantas com ciclo mais curto e maior acúmulo térmico. Tais fatores climáticos ainda resultaram no maior potencial fotossintético e maiores teores de clorofila no período de maturação da

uva, como consequência, as plantas apresentaram maior potencial produtivo. As temperaturas, em média 5°C inferiores de São Joaquim, causaram prolongamento do ciclo vegetativo, a maturação mais lenta das uvas e maiores teores de acidez total titulável no momento da colheita. A elevada altitude, aliada as baixas temperaturas de São Joaquim, influenciou de maneira positiva no acúmulo de antocianinas e polifenóis totais da uva. Os resultados comprovam que as regiões de altitude elevada estudadas apresentam um elevado potencial para a produção de vinhos finos aptos para o envelhecimento. Os vinhos produzidos em Campo Belo do Sul destacaram-se pela elevada concentração de antocianinas monoméricas totais, enquanto que os vinhos produzidos em São Joaquim destacaram-se pelos elevados teores de *trans*-resveratrol e elevada atividade antioxidante. Baseado no perfil fenólico dos vinhos produzidos na safra 2013 é possível afirmar que Campo Belo do Sul (950 m) possui maior aptidão para a produção de vinhos da variedade Merlot, enquanto São Joaquim possui maior aptidão para a produção de vinhos da variedade Cabernet Sauvignon.

Palavras-chave: Vitivinicultura. Regiões de altitude elevada. Radiação solar. Ecofisiologia. Compostos fenólicos. *Trans*-resveratrol.

ABSTRACT

The Brazilian viticulture stands out due to increased plantings of grapevine varieties (*Vitis vinifera* L.), especially in regions of high altitude (above 900 meters) located in the State of Santa Catarina State. These regions have different characteristics from traditional Brazilian areas due to its climate, producing grapes and wines with different characteristics, such as high levels of phenolic compounds and high antioxidant activity. So this study aimed to characterize the climate and the viticultural and the oenological performance of Merlot and Cabernet Sauvignon grapevines, during the season 2012/2013, in two vineyards located in different ranges of altitude, in Campo Belo do Sul (950 m) and São Joaquim (1400 m), Santa Catarina State. During the whole cycle were monitored climatic variables: maximum, medium and minimum ($^{\circ}\text{C}$), thermal amplitude ($^{\circ}\text{C}$), solar radiation (W m^{-2}), photosynthetically active radiation ($\mu\text{mol photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$), precipitation (mm), relative humidity (%) and bioclimatic indices were calculated, Winkler and Huglin index. The main phenological stages were determined during the vegetative cycle, budbreak, full bloom, veraison and maturity. The curve of grape maturation was performed biweekly to determine the evolution of total soluble solids, titratable acidity, pH, total polyphenols and anthocyanins. The grapes were vinified at the Experimental Station of São Joaquim - EPAGRI and at Abreu Garcia winery. The wines were characterized for *in vitro* antioxidant activity, total monomeric anthocyanins, total polyphenols, phenolic profile, stilbenes, flavonoids, and non-flavonoids. During the evaluated season, it was observed that the high altitude regions of Santa Catarina State, Campo Belo do Sul (950 m) and São Joaquim (1400 m) present favorable climatic conditions for the cultivation of Merlot and Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L.), resulting in adequate viticultural and enological performance. Higher temperatures and higher intensity of solar radiation of Campo Belo do Sul resulted in plants with shorter cycle and higher heat summation. Such climatic factors also resulted in greater photosynthetic potential and higher chlorophyll content during grape maturation, as a consequence, the plants showed the highest yield potential. Temperatures on average 5°C lower in São Joaquim caused the prolongation of the vegetative cycle, the slower grape ripening and higher levels of titratable acidity at harvest. The high altitude, combined with the low temperatures of São Joaquim, positively influenced the

accumulation of anthocyanins and total polyphenols in the grapes. The results show that the high altitude regions studied have a high potential for producing fine wines suitable for aging. Wines produced in Campo Belo do Sul had markedly elevated concentration of total monomeric anthocyanins, while the wines produced in São Joaquim stood out due to higher concentrations of *trans*-resveratrol and high anti-oxidant activity. Based on the wines phenolic profile it is possible to affirm that Campo Belo do Sul (950 m) has a higher suitability for produce Merlot wines, while São Joaquim has a greater aptitude for produce Cabernet Sauvignon wines.

Key words: Viticulture. High altitude regions. Solar radiation. Ecophysiology. Phenolic compounds. *Trans*-resveratrol.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.3.1 Médias mensais da temperatura máxima do ar (°C), durante o ciclo vegetativo e reprodutivo das variedades Merlot e Cabernet Sauvignon, nas regiões de Campo Belo do Sul (950 m de altitude) e São Joaquim (1400 m) – SC, ciclo 2012/2013.	46
Figura 2.3.2 Médias mensais da temperatura média do ar (°C), durante o ciclo vegetativo e reprodutivo das variedades Merlot e Cabernet Sauvignon, nas regiões de Campo Belo do Sul (950 m de altitude) e São Joaquim (1400 m) – SC, ciclo 2012/2013.	47
Figura 2.3.3 Médias mensais da temperatura mínima do ar (°C), durante o ciclo vegetativo e reprodutivo das variedades Merlot e Cabernet Sauvignon, nas regiões de Campo Belo do Sul (950 m de altitude) e São Joaquim (1400 m) – SC, ciclo 2012/2013.	48
Figura 3.3.2.1 Evolução dos teores de sólidos solúveis totais – SST (°Brix) para a variedade Merlot, nas regiões de Campo Belo do Sul (950 m de altitude) e São Joaquim (1400 m) – SC, ciclo 2012/2013.	76
Figura 3.3.2.2 Evolução dos teores de sólidos solúveis totais – SST (°Brix) para a variedade Cabernet Sauvignon, nas regiões de Campo Belo do Sul (950 m de altitude) e São Joaquim (1400 m) – SC, ciclo 2012/2013.	76
Figura 3.3.2.3 Evolução acidez total titulável - ATT (meq L ⁻¹) para a variedade Merlot, nas regiões de Campo Belo do Sul (950 m de altitude) e São Joaquim (1400 m) – SC, ciclo 2012/2013.	79
Figura 3.3.2.4 Evolução dos teores de Antocianinas monoméricas totais – AMT (mg L ⁻¹ malvidina 3–glicosídeo) para a variedade Merlot, nas regiões de Campo Belo do Sul (950 m de altitude) e São Joaquim (1400 m) – SC, ciclo 2012/2013.	81
Figura 3.3.2.5 Evolução dos teores de Antocianinas monoméricas totais – AMT (mg L ⁻¹ malvidina 3 -glicosídeo) para a variedade Cabernet Sauvignon, nas regiões de Campo Belo do Sul (950 m de altitude) e São Joaquim (1400 m) – SC, ciclo 2012/2013.	81

Figura 3.3.2.6 Evolução dos teores de Polifenóis totais – PT (mg L^{-1} de ác.gálico) para a variedade Merlot, nas regiões de Campo Belo do Sul (950 m de altitude) e São Joaquim (1400 m) – SC, ciclo 2012/2013.... 83

Figura 3.3.2.7 Evolução dos teores de Polifenóis totais – PT (mg L^{-1} de ác.gálico) para a variedade Cabernet Sauvignon, nas regiões de Campo Belo do Sul (950 m de altitude) e São Joaquim (1400 m) – SC, ciclo 2012/2013. 83

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.3-1 Médias das temperaturas máxima, média, mínima, amplitude térmica e somatório de precipitação para cada um dos estádios fenológicos das variedades Merlot e Cabernet Sauvignon, nas regiões de Campo Belo do Sul (950 m de altitude) e São Joaquim (1400 m) – SC, ciclo 2012/2013.....	51
Tabela 3.3.1-1 Datas da ocorrência do início da maturação (mudança de cor das bagas) e da maturidade (colheita) das variedades Cabernet Sauvignon e Merlot, nas regiões de Campo Belo do Sul (950 m de altitude) e São Joaquim (1400 m) – SC.....	74
Tabela 3.3.2.2-1 Valores médios na colheita dos parâmetros da maturação tecnológica e fenólica para as variedades Merlot e Cabernet Sauvignon, nas regiões de Campo Belo do Sul (950 m de altitude) e São Joaquim (1400 m) – SC, ciclo 2012/2013.....	84
Tabela 3.3.2.3-1 Área foliar (m^2), Clorofila Total (mg g Matéria Fresca ⁻¹) no Início da maturação, Clorofila Total na Maturidade (Colheita) Total ($\mu g mL^{-1}$), a Taxa de assimilação de CO_2 ($\mu mol m^{-2} s^{-1}$), Condutância estomática ($\mu mol m^{-2} s^{-1}$) e Transpiração ($\mu mol m^{-2} s^{-1}$), no momento da colheita, em folhas individuais de Merlot e Cabernet Sauvignon cultivadas em Campo Belo do Sul (950 m) e São Joaquim (1400 m), no ciclo 2012/2013.	87
Tabela 3.3.2.4-1 Índices de Produtividade para as variedades Merlot e Cabernet Sauvignon, nas regiões de Campo Belo do Sul (950 m de altitude) e São Joaquim (1400 m) – SC, ciclo 2012/2013.....	91
Tabela 4.3.1-1 Conteúdo de antocianinas monoméricas totais (AMT), polifenóis totais (PT) e atividade antioxidante (métodos DPPH e ABTS) dos vinhos das variedades Merlot e Cabernet Sauvignon, cultivadas em Campo Belo do Sul (950 m) e São Joaquim (1400 m) na safra 2013.	103

Tabela 4.3.2.1-1 Conteúdo de ácidos orgânicos dos vinhos das variedades Merlot e Cabernet Sauvignon, cultivadas em Campo Belo do Sul (950 m) e São Joaquim (1400 m) na safra 2013. 105

Tabela 4.3.2.2-1 Conteúdo de compostos Flavan-3-óis, Flavonóis e Antocianinas dos vinhos das variedades Merlot e Cabernet Sauvignon, cultivadas em Campo Belo do Sul (950 m) e São Joaquim (1400 m) na safra 2013..... 107

Tabela 4.3.2.3-1 Conteúdo de ácidos hidroxibenzóicos, hidroxicinâmicos, trans-resveratrol e tirosol dos vinhos das variedades Merlot e Cabernet Sauvignon, cultivadas em Campo Belo do Sul (950 m) e São Joaquim (1400 m) na safra 2013..... 111

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Σ = Somatório

ABTS = ácido 2,2'-azino-bis (3-etilbenzotiazol) 6-ácido sulfônico

AMT = Antocianinas Monoméricas Totais

ATT = Acidez Titulável Total

BBCH = Biologische Bundesanstalt Bundessortenamt Chemise

CLAE = cromatografia líquida de alta eficiência

CIRAM = Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia

CV = Coeficiente de Variação

DAD = arranjo de diodos

DP = Desvio padrão

DPPH = 2,2-difenil-1-picrilhidrazila

EPAGRI = Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina

g = Grama

GD = Graus-Dias

GDD = Growing degree days

IBRAVIN = Instituto Brasileiro do Vinhos

IW = Índice de Winkler

L = Litro

m = Metros

mg = Miligrama

mL = Mililitro

°Brix = Grau Brix

OIV = Organização Internacional da Vinha e do Vinho

PT = Polifenóis Totais

SST = Sólidos Solúveis Totais

ST = Soma Térmica

T = Temperatura

TEAC = atividade antioxidante equivalente ao Trolox

Ton = Tonelada

UV = ultravioleta

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	21
OBJETIVO GERAL.....	23
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	23
CAPÍTULO 1 - Revisão Bibliográfica.....	25
1.1 A Videira e a Viticultura	25
1.2 Variedade Merlot.....	26
1.3 Variedade Cabernet Sauvignon	26
1.4 Fenologia da Videira	27
1.5 Efeitos do Clima na Videira	27
1.6 Comportamento Ecofisiológico	33
1.7 Maturação Tecnológica	34
1.8 Maturação Fenólica	35
1.9 Atividade Antioxidante.....	38
 CAPÍTULO 2 – Caracterização Climática e Fenológica das Variedades Cabernet Sauvignon e Merlot, nas Regiões de Campo Belo do Sul e São Joaquim / SC.....	 39
RESUMO	39
2.1 Introdução.....	41
2.2 Material e Métodos.....	42
2.3 Resultados e Discussão.....	45
2.4 Conclusões.....	62
 CAPÍTULO 3 – Comportamento fisiológico e Composição Físico- química da Uva para as Variedades Merlot e Cabernet Sauvignon de Campo Belo do Sul e São Joaquim – SC.....	 64
RESUMO	64
3.1 Introdução.....	66
3.2 Material e Métodos.....	66
3.3 Resultados e Discussão.....	72
3.4 Conclusões.....	93

CAPÍTULO 4. Caracterização Fenólica e Avaliação de Antioxidantes dos Vinhos Das Variedades Merlot e Cabernet Sauvignon Cultivadas em Campo Belo do Sul e São Joaquim – SC.....	95
RESUMO.....	95
4.1 Introdução	97
4.2 Material e Métodos.....	98
4.3 Resultados e Discussão	103
4.4 Conclusões	115
CONCLUSÕES FINAIS.....	117
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	119

INTRODUÇÃO

O Brasil produziu 1.463.481 toneladas de uva em 2012 (MELLO, 2012). Da produção nacional, 43% (557.888 toneladas) das uvas foram destinadas à fabricação de vinhos, sucos e derivados e 57% (737.554 toneladas) para a comercialização como uva de mesa (MELLO, 2012).

Segundo Protas; Camargo (2011) a partir de meados de 2000, uma nova vitivinicultura começou a ser implantada no Estado de Santa Catarina, objetivando produzir vinhos finos de qualidade, com base em vinhedos instalados em regiões de altitude, em municípios pertencentes às regiões de São Joaquim, Campos Novos e Caçador. O potencial climático destas regiões para a produção de variedades de *Vitis vinifera* L., vem sendo comprovado através de diversas pesquisas (SILVA et al., 2008; GRIS et al., 2010; VIEIRA et al., 2011; BORGHEZAN et al., 2011; MALINOVSKI et al., 2012).

Diversas pesquisas demonstram que as uvas produzidas em regiões de altitude de Santa Catarina apresentam características próprias e distintas das demais regiões produtoras no Brasil (ROSIER, 2006; FALCÃO, 2007; GRIS et al., 2010). Uma característica importante é a maturação fenológica adequada, o que permite a elaboração de vinhos de alta qualidade. Rosier (2006) afirma que as variedades encontradas em maior quantidade nessas localidades são o Cabernet Sauvignon, Merlot e Chardonnay.

Desta forma, o conhecimento e a caracterização de novos “terroirs”, os quais apresentam potencialidades para a produção de vinhos finos, tais como regiões vitícolas de Santa Catarina, são estudos indispensáveis e fundamentais. Portanto, faz-se necessário a caracterização do clima, da fenologia, da qualidade físico-química, fenólica e organoléptica das uvas e, conseqüentemente, dos vinhos produzidos (MALINOVSKI, 2009).

Segundo Vieira et al. (2011) para a região do Planalto Catarinense, baseado no município de Campo Belo do Sul, ocorre maior acúmulo e intensidade de radiação solar global durante a fase de maturação da videira, em comparação com Pech Rouge, na França.

A região de Campo Belo do Sul foi classificada como uma das regiões produtoras de uva Cabernet Sauvignon com altos valores de AMT (antocianinas monoméricas totais), apresentando no ciclo vegetativo 2007/2008 ($1.175,1 \text{ mg L}^{-1}$), demonstrando alto potencial para a produção de vinhos finos de guarda (MALINOVSKI, 2009). Segundo demonstrado em outros trabalhos, os valores observados de

AMT são proporcionais a outras regiões vitícolas. Segundo Arrismendi (2003) na variedade Merlot, em Talca no Chile, encontrou-se valores de AMT de 1.200 mg/L.

Segundo Vitrac et al. (2005) os níveis médios de estilbenos totais foram avaliados em diversos vinhos brasileiros. Os níveis mais elevados foram encontrados nos vinhos da variedade Merlot (52 mg L⁻¹), seguida de Cabernet Franc (38 mg L⁻¹), Cabernet Sauvignon (11 mg L⁻¹) e Tannat (somente 2 mg L⁻¹). Os resultados indicam que os vinhos brasileiros tintos contêm níveis elevados de derivados de resveratrol, assim como *cis*-resveratrol.

Diversos estudos demonstram que em regiões de elevada altitude do Estado de Santa Catarina, a variedade Merlot vem se destacando devido ao seu desempenho vitienológico, principalmente a elevada qualidade fenólica dos vinhos, com ênfase para os teores de estilbenos (GRIS, 2011; VITRAC, 2005).

Entre os diversos compostos dos vinhos, o resveratrol e as proantocianidinas vêm se destacando como compostos majoritários presentes nas uvas e nos vinhos (GRIS et al., 2011) responsáveis pelos benefícios com arterosclerose e distúrbios coronários (BERTELLI et al., 2009).

Os polifenóis determinam direta ou indiretamente a qualidade geral dos vinhos, principalmente nos tintos. Os polifenóis de maior interesse enológico são as antocianinas e os taninos, sendo as antocianinas à cor e ao sabor, participando da evolução da cor e também do corpo do vinho (GUERRA, 2002).

As ocorrências de noites frias, características de São Joaquim, favoreceram a acumulação de açúcares e compostos fenólicos, especialmente as antocianinas. As temperaturas amenas a partir da mudança de cor das bagas até a maturidade (colheita) é considerado um fator importante para a fisiologia das plantas, uma vez que influencia a fotossíntese e, conseqüentemente, a acumulação de energia para o desenvolvimento da uva durante esse período (BURIN et al., 2011).

Assim, a caracterização dos parâmetros climáticos dos vinhedos, em diferentes altitudes, durante a maturação das uvas das variedades estudadas torna-se indispensável para verificar as potencialidades dos locais, no que diz a produção de vinhos finos de qualidade e os fatores que determinam o potencial dos vinhos Merlot e Cabernet Sauvignon produzidos nas regiões vitivinícolas de altitude de Santa Catarina.

OBJETIVO GERAL

Avaliar as principais variáveis climáticas e o comportamento vitienológico da videira (*Vitis vinifera* L.) variedades Merlot e Cabernet Sauvignon em duas regiões vitivinícolas de Santa Catarina, Campo Belo do Sul (950 m) e São Joaquim (1400 m), durante o ciclo vegetativo 2012/2013.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- I. Avaliar as condições climáticas nas regiões vitivinícolas de Santa Catarina, Campo Belo do Sul a 950 metros de altitude e São Joaquim a 1400 metros.
- II. Avaliar o desenvolvimento fenológico das variedades estudadas nas duas altitudes.
- III. Caracterizar as exigências térmicas das variedades através dos índices bioclimáticos.
- IV. Avaliar a maturação tecnológica e fenológica das variedades Merlot e Cabernet Sauvignon nos vinhedos de Campo Belo do Sul e São Joaquim, correlacionando os resultados com as condições climáticas das regiões de diferentes altitudes.
- V. Caracterizar o potencial produtivo, as trocas gasosas, taxa de assimilação de CO₂ e teor de clorofila das variedades Merlot e Cabernet Sauvignon cultivadas em duas altitudes.
- VI. Avaliar o perfil fenológico e a atividade antioxidante *in vitro* dos vinhos provenientes das duas regiões estudadas.

CAPÍTULO 1 - Revisão Bibliográfica

1.1 A Videira e a Viticultura

A videira é considerada a mais antiga fruta domesticada que se tem conhecimento, devido o registro de muitas civilizações antigas (SOUZA, 1996). Ela pertence à família *Vitaceae*, a qual possui 700 espécies, divididas em 12 gêneros e distribui-se nas regiões tropicais e subtropicais do planeta e em algumas áreas temperadas, como o vale do Reno, na Europa (HEYWOOD, 1993).

O gênero *Vitis* é o principal representante dessa família, devido à importância econômica da uva, largamente consumida *in natura* ou como matéria prima para a elaboração de vinhos, sucos, geléias, etc. A espécie mais cultivada é a *Vitis vinifera* originária da Europa. Outra espécie importante é a *Vitis labrusca* originária dos Estados Unidos (RAVEN et al., 2007).

O gênero *Vitis* possui 108 espécies, sendo a *Vitis vinifera* L., a espécie de maior importância sócio-econômica, a qual o cultivo é mais antigo no mundo (SOUZA; MARTINS, 2002).

A viticultura brasileira iniciou-se com a chegada dos colonizadores portugueses, no século XVI. Porém, somente a partir do início do século XX tornou-se uma atividade comercial no Brasil, iniciativa dos imigrantes italianos estabelecidos no Sul do país a partir de 1875. Na década de 70 a vitivinicultura brasileira apresentou uma grande evolução, devido ao investimento de grandes empresas estrangeiras, na produção de uvas e vinhos no Estado do Rio Grande do Sul. (BRIGHENTI; TONIETTO, 2004).

Segundo Tonietto (2003), a vitivinicultura comercial brasileira pode ser dividida em quatro períodos evolutivos desde a sua implantação. O período inicial caracterizado pela vitivinicultura com base na tradição dos viticultores que chegaram da Itália. Inicialmente a produção era destinada ao consumo familiar. Com o tempo começam as comercializações de vinho no Rio Grande do Sul, esse é o período de “implantação” da vitivinicultura. Logo a atividade assumiu importância econômica na região. O segundo período iniciou em 1929 com a implantação de cooperativas e, conseqüentemente, a produção aumentou. O terceiro período se estabeleceu a partir do aumento da superfície cultivada e introdução de novas variedades de *Vitis vinifera* L. O quarto período representa o de “vinhos de qualidade produzidos em

regiões determinadas”, com mudanças no mercado consumidor que estimulam vitivinicultores brasileiros a agregarem novos elementos de qualidade aos vinhos e busquem Indicações Geográficas (IG).

Os vinhos denominados de “*terroir*” são produzidos exclusivamente em uma determinada região vinícola com características próprias, denominação de origem que foi muito difundida nas regiões vitícolas da França, Alemanha e Itália. No Brasil, o Vale dos Vinhedos no Rio Grande do Sul e a uva e o vinho Goethe de Santa Catarina, tornaram-se emblemáticos, apresentando história, especificidade e tipicidade dos vinhos, alcançando o reconhecimento de Indicação Geográfica e também podendo ser denominados de “*terroir*” (SARTORI, 2009).

1.2 Variedade Merlot

Conforme Rizzon; Miele (2003) a uva da variedade Merlot é uma das principais responsáveis pelas características peculiares dos vinhos tintos de Saint Émilion, região de Bordeaux na França. Juntamente com outras do grupo das *Vitis vinifera* L., essa variedade marcou o início da produção de vinhos finos varietais brasileiros, e, atualmente, ocupa o segundo lugar em volume de produção entre as variedades *Vitis vinifera* L. tintas. Essa variedade apresenta precocidade mediana, vigor médio, alta produção e elevada sensibilidade ao míldio (FICAGNA, 2008).

O vinho Merlot apresenta perfil de sabor e aroma pronunciados, semelhantes ao vinho Cabernet Sauvignon, porém, tende a ser ligeiramente menos ácido e adstringente (OLIVEIRA, 2010).

1.3 Variedade Cabernet Sauvignon

A variedade Cabernet Sauvignon é considerada uma das principais variedades viníferas no mundo. Tem sua origem em Bordeaux na França e começou a ser conhecida no final do Século XVIII. Acredita-se ser progênie do cruzamento espontâneo de outras duas variedades, a Cabernet Franc e a Sauvignon Blanc, também originárias de Bordeaux (BOWERS; MEREDITH, 1997).

É uma variedade que apresenta brotação tardia, relativamente vigorosa, de porte ereto, média produção e alta qualidade para vinificação. Caracteriza-se por ser uma variedade para produção de vinhos de guarda onde sua principal característica é o gosto herbáceo acentuado. Seu vinho possui como cor marcante o vermelho intenso

com reflexos violáceos acentuados. Apresenta boa estrutura e corpo tornando-se um vinho complexo (RIZZON; MIELE, 2002).

1.4 Fenologia da Videira

Segundo Jones; Davis (2000b.) compreender a fenologia de uma determinada espécie é importante para determinar as potencialidades da região para o cultivo dessa espécie.

O estudo da fenologia na viticultura é um atributo muito importante envolvido na adaptação da videira, servindo para caracterizar a duração das fases de desenvolvimento da planta, em relação às alterações climáticas estacionais e também à localização regional. Essa caracterização da duração das fases do desenvolvimento fenológico da videira em relação ao ambiente serve como ferramenta para interpretação de como a região e as condições climáticas interagem com a cultura, pois o clima exerce forte influência sobre o desenvolvimento da videira (JONES; DAVIS, 2000).

O ciclo da videira é definido pelo número de dias que vai do início da brotação à queda das folhas, enquanto o ciclo relativo de cada variedade é determinado pela comparação com variedades tomadas como padrão, cuja fenologia média já tenha sido determinada para o local (MANDELLI, 1984).

Baillod; Baggiolini (1993) utilizam um código denominado de BBCH composto por 100 estádios fenológicos utilizados para descrever o processo sequencial de desenvolvimento de uma gema desde o repouso vegetativo até a queda das folhas, na entrada da planta em dormência.

As videiras cultivadas em regiões de clima temperado apresentam ciclos vegetativos sucessivos intercalados por períodos de repouso. O ciclo vegetativo é dividido em vários períodos: aquele que inicia da brotação até o fim do crescimento (período de crescimento); aquele que inicia na floração e vai até a maturação dos frutos (período reprodutivo); aquele desde a parada do crescimento à maturação dos ramos (período de amadurecimento dos tecidos) (MANDELLI, 2003).

1.5 Efeitos do Clima na Videira

O clima possui forte influência sobre a videira em todas as fases de desenvolvimento. Considera-se que os principais elementos que interferem a cultura são a radiação solar, a temperatura do ar, a precipitação pluviométrica e a umidade relativa do ar. A interação destes

elementos com o meio natural, em particular com o solo, assim como com a variedade e as técnicas de cultivo, são responsáveis pela potencialidade de cada região bem como pela produtividade da cultura (TONIETTO; MANDELLI, 2003; DELOIRE et al., 2005).

A viticultura mundial destinada à agroindústria está concentrada entre 30° e 50° de latitude Norte e entre 28° e 45° de latitude Sul. Os principais climas ocorrentes são do tipo temperado, mediterrâneo e climas com diferentes níveis de aridez. No Brasil, os tipos de clima ocorrentes nas regiões vitivinícolas produtoras de vinhos finos com uma colheita anual são de tipo temperado e subtropical (TONIETTO; MANDELLI, 2003).

A altitude do local também é bastante considerada ao se escolher uma área para produção de uvas, uma vez que esse fator influencia diretamente nas características das uvas e vinhos (FALCÃO et al., 2007). Segundo Tonietto; Mandelli (2003), o efeito mais importante da altitude para a viticultura é o térmico, pois 100 metros de elevação representam uma diminuição de aproximadamente 0,6 °C na temperatura média do ar. Em regiões de maior altitude, a maturação das uvas é mais tardia. Conforme Rizzon; Miele (2003) o clima influencia na relação açúcar/ácido, acidez total e conteúdo de compostos fenólicos das uvas, entre outros fatores, registrados no momento da colheita.

Entre as principais características associadas e que influenciam diretamente as variáveis climáticas e o comportamento do ciclo de desenvolvimento da videira estão: a elevada altitude (1.200 a 1.400 metros), a baixa latitude (28°), baixos índices de precipitação pluviométrica e temperaturas baixas, com noites frias, no período da maturação (BRIGHENTI; TONIETTO, 2004). Essas condições favorecem o aumento do ciclo fenológico, possibilitando a maturação completa da uva e maior evolução dos compostos químicos de interesse (DELOIRE et al., 2005).

Na região de São Joaquim, a altitude elevada (1.200 a 1.400 m) proporciona elevada amplitude térmica com temperaturas noturnas amenas. Essas baixas temperaturas influenciam no metabolismo da videira, retardando o amadurecimento dos frutos, reduzindo o crescimento das plantas e permitindo maturação fenológica mais completa (ROSIER et al., 2004; FALCÃO et al., 2007; BORGHEZAN et al., 2011).

A vitivinicultura no Estado de Santa Catarina mostra-se promissora pelas condições climáticas determinadas pela sua posição

geográfica e suas elevadas altitudes, no entanto a produção de uvas de *Vitis vinifera* L. nessas regiões de altitudes mais elevadas ainda é recente no Estado (FALCÃO et al., 2008; BORGHEZAN et al., 2011).

1.5.1 Temperatura

Dentre todos os fatores climáticos, a temperatura do ar apresenta diferentes efeitos sobre a videira, sendo variáveis em função das diferentes fases do ciclo vegetativo ou de repouso da planta (JACKSON, 2001; TONETTO; MANDELLI, 2003).

A temperatura é o principal fator desencadeante do início da atividade biológica das gemas da videira, atuando muito no inverno (REYNIER, 1989). Nesta estação, a videira encontra-se em seu período de repouso vegetativo, sendo uma planta resistente a baixas temperaturas, ela pode suportar mínimas de até -10 a -20°C. O frio invernal é importante para a quebra de dormência das gemas, no sentido de assegurar uma adequada brotação (TONETTO; MANDELLI, 2003).

A temperatura e a radiação são os elementos climáticos de maior relevância na síntese de compostos fenólicos, quando considerado sua influência nos metabolismos primário e secundário das plantas (TAIZ; ZEIGER, 2009).

Em regiões de climas quentes, as bagas colhidas apresentem altos teores de açúcar (°Brix), sendo elevada à correlação entre o acúmulo de calor e os sólidos solúveis totais (BECKER, 1985). Já para a síntese de antocianinas, a temperatura ótima está entre 17 e 26°C (POMMER, 2003). Para as variedades Pinot Noir e Cabernet Sauvignon, temperaturas noturnas baixas, entre 15 a 20°C promovem boa coloração da casca, quando comparadas com temperaturas de 25 a 30°C (JACKSON; LOMBARD, 1993).

Para Tonietto; Mandelli (2003) relatam que a ocorrência de noites relativamente frias favorece o acúmulo de polifenóis, especialmente antocianinas nas variedades tintas e a intensidade dos aromas nas variedades brancas.

1.5.2 Radiação

A radiação solar desempenha um papel essencial em muitos processos biológicos e é fundamental para a atividade fotossintética em plantas. A radiação solar ultravioleta (UV), especialmente a frequência UV-B, pode ter um impacto negativo sobre o crescimento e desenvolvimento das plantas (CALDWELL et al., 1989, 1998), bem

como na sua morfologia reprodutiva (JANSEN,2002). Estudos anteriores demonstraram que, dependendo da espécie ou cultivares, a alta exposição ao UV-B pode produzir uma redução variável do teor de clorofila com a consequente redução da fotossíntese (KAKANI et al., 2003). Algumas enzimas chaves, responsáveis pela biossíntese de polifenóis e pelas concentrações de alguns antioxidantes importantes, são reguladas pela radiação UV. Já a formação de pigmentos carotenoides e a conversão de nitrogênio em aminoácidos podem ser inibida (SCHULTZ et al., 1998).

Segundo VIEIRA et al. (2011) a variação da radiação solar e da duração do fotoperíodo são consequências dos períodos do ano em que ocorrem as fases de maturação, da duração desta fase, assim como da posição geográfica dos locais, que interfere na incidência dos raios solares. Além das diferenças de radiação solar e da sua intensidade oriundas da variabilidade temporal, quer seja diária, quer seja mensal ou anual, outros fatores interferem na disponibilidade da radiação solar global para a cultura da videira.

A localização dos vinhedos, particularmente relacionados com a altitude e longitude, e as características fenológicas associadas às condições térmicas proporcionam diferenças quanto à quantidade e à intensidade da radiação solar disponível. Para a região do Planalto Catarinense, representada por Campo Belo do Sul, ocorrem maior acúmulo e intensidade de radiação solar global durante a fase de maturação, em comparação com Pech Rouge. Esse quadro poderá favorecer maior intensidade da coloração da uva no Planalto Catarinense em relação à Pech Rouge. (VIEIRA et al., 2011).

A radiação solar é maior com o aumento da altitude devido a menor massa de ar. Comparado com baixas altitudes, a radiação em altas altitudes percorre um caminho mais curto através da atmosfera e, portanto, sofre menos espalhamento e absorção (GAVIOLI, 2011).

Uma das condições da viticultura que influenciam o conteúdo de resveratrol é a irradiação ultravioleta (UV) emitida pelo sol. A incidência desta radiação nos tecidos de plantas apresenta efeito importante sobre o metabolismo fenólico (CANTOS et al., 2000). As concentrações de resveratrol em diferentes variedades e os respectivos vinhos são extremamente variáveis, dependendo de vários fatores, tais como, origem geográfica, processos de vinificação, clima e presença de fungos (STERVBO et al., 2007).

Em uvas de clima quente e seco, onde são pouco infectadas pelo fungo *Botrytis cinerea*, as concentrações do resveratrol apresentam-se menores, enquanto que em clima frios e úmidos como em Bordeaux e no Canadá, as uvas apresentam maior concentração deste componente (SOLEAS et al., 1997).

1.5.3 Precipitação

A precipitação pluviométrica é um dos elementos mais importantes do clima para a viticultura. Pode ser determinado como processo pelo qual a água, condensada na atmosfera, atinge gravitacionalmente a superfície terrestre. A maioria dos vinhos de qualidade são produzidos em regiões onde a precipitação anual varia entre 700 e 800 mm, sendo que altas precipitações podem diminuir a qualidade da uva, reduzindo as antocianinas e, conseqüentemente, a cor. (BEVILAQUA, 1995; PEDRO JÚNIOR; SENTELHAS, 2003).

A produção de vinhos finos requer uma boa qualidade da uva, o que é possível obter com alta insolação e baixa precipitação pluviométrica durante o período de maturação (MOTA, 2003).

Segundo TONETTO; MANDELLI (2003), a precipitação pluviométrica é extremamente importante em vitivinicultura. A videira é uma cultura bastante resistente a seca. A demanda hídrica da videira varia em função das diferentes fases do ciclo vegetativo. Para a determinação de suas necessidades hídricas deve-se considerar, também, o tipo de solo e a cobertura do mesmo.

Para Bevilaqua (1995), o efeito das precipitações interfere, além da sanidade das videiras, na acidez e no teor de açúcares da uva e, posteriormente, do mosto, contribuindo para a perda da qualidade do produto na elaboração do vinho.

1.5.4 Índices Bioclimáticos

São vários os índices bioclimáticos com aplicação na viticultura. São muito utilizados na constatação da variabilidade do clima na viticultura mundial, pois são relacionados às exigências das variedades, à qualidade da colheita e à tipicidade dos vinhos. Entre eles há os principais: Soma térmica em graus-dia (GD) e índice Heliotérmico (IH). (MANDELLI, 2002; TONETTO; CARBONNEAU, 2004).

Um dos métodos mais utilizados para relacionar a temperatura do ar e o desenvolvimento vegetal é o total de graus-dia acumulados (GDA), sendo a soma de temperaturas acima da condição mínima e

abaixo da máxima necessárias para a planta finalizar os sub-períodos de desenvolvimento (WINKLER, 1980; RIBEIRO et al., 2009).

O Índice Heliotérmico (IH) é um índice climático vitícola desenvolvido por Huglin em 1978 (HUGLIN, 1978), e estima o potencial heliotérmico de uma condição climática específica. O cálculo das temperaturas estima o período do dia no qual os metabolismos da videira estão mais ativos (TONIETTO; CARBONNEAU, 1999).

Para Tonietto; Carbonneau (2004) pelo método dos autores, em Campo Belo do Sul ocorreu um maior somatório térmico em ambos os índices calculados, sendo uma região climaticamente mais quente que São Joaquim. Em relação ao Índice de Huglin, o vinhedo localizado em Campo Belo do Sul se encontrava no limite da classificação como clima vitícola temperado (1.800 à 2.100 GD), enquanto que para São Joaquim, esta classificação é como clima frio (1.500 à 1800 GD).

De acordo com Burin et al. (2011), São Joaquim é classificada como “região fria” (aproximadamente 1.200 GD) tendo em conta os resultados somados de graus-dias (GD) para o ciclo fenológico (brotação até a colheita) de dois clones de Cabernet Sauvignon. Tais resultados estão de acordo com os encontrados por Falção et al. (2010) e Gris et al. (2010), que avaliaram diferentes variedades neste mesmo local.

A região de Campo Belo do Sul foi classificado como ameno (1.668 GD à 1.944 GD), segundo o Índice de Winkler (FALCÃO et al., 2010). São Joaquim foi classificada como fria (< 1.389 GD), sendo descrito por outros autores em ciclos diferentes (GRIS et al., 2010; FALCÃO et al., 2010).

Na viticultura existe a necessidade de uma quantidade constante de energia para completar as diferentes fases de desenvolvimento da uva, desde a brotação até a colheita. Essa quantidade de energia é expressa em graus-dias (GD) acumulados, que representa o acúmulo ou a soma de calor efetivo equivalente à soma das temperaturas médias diárias acima da temperatura-base para o período considerado. A caracterização das exigências térmicas da videira através de graus-dia (GD) é utilizada por vários autores (GAVIOLI, 2011; LEÃO; SILVA, 2003; SILVA et al., 2006; GRIS et al., 2010; MALINOVSKI, 2009) para classificar as diferentes regiões vitícolas no mundo.

Segundo Mandelli (2002), é indicado o valor médio de 10°C de temperatura mínima basal para videira como o limite abaixo do qual não

ocorre crescimento vegetativo, mas pode ser variável segundo os anos e cultivares.

Para Pedro Júnior et al.(1994), o comportamento fenológico da videira e suas exigências climáticas são importantes parâmetros para o vitivinicultor utilizar para conhecer antecipadamente as prováveis datas de colheita, indicando ainda o potencial climático da região para produção e permitindo o planejamento das atividades agrícolas.

Avaliando as exigências térmicas da videira Niagara Rosada, Pedro Júnior et al. (1994) constataram que o total de graus-dia necessários para completar o ciclo era dependente do local analisado, utilizando temperatura-base de 10°C.

1.6 Comportamento Ecofisiológico

O estudo do comportamento ecofisiológico da videira possibilita a caracterização dos melhores sistemas de cultivo para a produção de uvas de melhor qualidade (JACKSON; LOMBARD, 1993).

O adequado desenvolvimento das plantas pode ser mensurado a partir de diversos índices que resultam da relação entre o crescimento vegetativo e as características produtivas. Todos estes métodos objetivam indicar de maneira prática o nível de equilíbrio do vinhedo sob uma determinada condição de cultivo. Dentre estes, o mais conhecido é o “Índice de Ravaz”, estimado a partir do peso fresco da uva na data da colheita e o peso fresco dos ramos durante a poda de inverno (RAVAZ, 1911). Valores aceitáveis para este índice variam de 3 a 10, sendo o equilíbrio entre produção e desenvolvimento dos ramos considerado ótimo, quando a relação está entre 5 e 7 (VASCONCELOS; CASTAGNOLI, 2000).

A área foliar é de fundamental importância para que a planta possa realizar taxas adequadas de fotossíntese, para acumulação de reservas e para alcançar uma maturação adequada das bagas (CARBONNEAU, 1991; KIEWER; DOKOOZLIAN, 2005).

O processo fotossintético (assimilação de CO₂) inicia com a captação da incidência de luz solar no início da manhã, alcançando um nível máximo que se mantém até o final do dia, quando reduz drasticamente (PETRIE et al., 2003; SCHULTZ et al., 2009). A condutância estomática e a taxa fotossintética do dossel vegetativo acompanham a posição natural da energia solar, sendo mais elevada na região leste pela manhã e oeste durante a tarde (SCHULTZ et al., 2009). Estes autores também observaram que o interior do dossel (região

sombreada) apresenta valores inferiores aos do topo das plantas, sendo importante o controle do crescimento para evitar sombreamento e a perda de eficiência na captação de energia.

A área foliar influencia na quantidade e na qualidade das uvas produzidas (Porro et al., 2000). Na viticultura, muitas são as pesquisas que buscam o equilíbrio entre a área foliar e a produtividade e a qualidade das uvas (KLIEWER; DOKOOZLIAN, 2005; MYERS et al., 2008; HECKLER, 2009). Assim, segundo Kliewer; Dokoozlian (2005), o equilíbrio entre a superfície foliar e a produção da uva deve ser em média 0,8 a 1,2 kg de uva por m^2 de área foliar. Ainda Intrieri; Filippetti (2000), relatam que esse equilíbrio deve estar entre 1 a 1,5 kg de uva por m^2 de área foliar. No entanto, esse valor pode ser influenciado por diversos fatores, entre eles as condições ambientais, os sistemas de condução e poda, consequentemente, microclima das folhas e das uvas (JACKSON; LOMBARD, 1993; KLIEWER; DOKOOZLIAN, 2005).

1.7 Maturação Tecnológica

A uva é uma fruta não climatérica não evoluindo sua maturação após a colheita (NEIRA, 2005). Desta forma, os teores de açúcares e de ácidos permanecem inalterados após esta fase. Portanto, é de fundamental importância que a colheita seja realizada no ponto ideal de maturação, pois as uvas cessam este processo depois de colhidas (GUERRA, 1997).

O monitoramento do teor de ácidos orgânicos é um importante fator para a determinação do ponto de colheita das uvas destinadas à elaboração de vinhos finos. Segundo Guerra (2002), quando as análises de teor de açúcares e acidez total são realizadas conjuntamente, possibilita uma análise mais ampla da relação açúcar/acidez, critério este mais confiável na determinação da qualidade geral da uva e para estabelecer o momento ótimo da colheita.

Diversos autores afirmam que durante o amadurecimento de frutos, a concentração de açúcares, aminoácidos, compostos fenólicos e potássio tendem a aumentar, enquanto ácidos orgânicos, particularmente o ácido málico, apresenta diminuição (COOMBE, 1987; OLLAT et al., 2002; ADAMS, 2006). Também o ácido cítrico é significativo na composição desta fração orgânica da uva (GUERRA, 2002).

1.7.1 Sólidos Solúveis Totais - SST

Os açúcares são os produtos finais resultantes da atividade fotossintética nos vegetais, sendo este, o único processo de importância biológica que possibilita o aproveitamento da energia a partir da luz solar (SANTOS, 2006; CONDE et al., 2007; RIBÉREAU-GAYON et al., 2006).

Nas uvas maduras, a concentração adequada destes compostos varia em torno de 23-24°Brix. A variação nos teores de açúcares e de ácidos orgânicos presentes na polpa das bagas é acompanhada, sendo estes os indicadores mais utilizados para estabelecer a data mais adequada de colheita. A concentração de açúcares nas bagas é uma das mais importantes características para o processo de vinificação (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006; CONDE et al., 2007).

A glicose e a frutose são os principais açúcares presentes nos frutos da videira, portanto, o vinho é o produto da transformação fermentativa dos açúcares da uva em álcool e outros produtos secundários (GUERRA, 2002).

1.7.2 Acidez Total Titulável - ATT

A acidez titulável do mosto ou do vinho é resultante de todas as funções ácidas presentes. Abrange desde ácidos inorgânicos, como o fosfórico e o carbônico, ácidos orgânicos, e até poucos aminoácidos, cuja contribuição é hipotética ou pouco notória na titulação (RIZZON et al., 1998; SANTOS, 2006; RIBÉREAU-GAYON et al., 2006).

1.7.3 pH

O pH do mosto e do vinho depende do tipo e da concentração dos ácidos orgânicos e da concentração de cátions, especialmente do cátion potássio, elemento intimamente relacionado com as condições edáficas do local de produção e que interfere no equilíbrio ácido-base do mosto e do vinho (BOULTON, 1980; RIZZON et al., 1998).

1.8 Maturação Fenólica

As substâncias fenólicas presentes na casca correspondem a aproximadamente 30% dos compostos fenólicos da uva e podem estar associadas aos polissacarídeos da parede celular, ou independentes destes, no vacúolo e no núcleo das células, destacando-se as antocianinas, responsáveis pela coloração de uvas tintas (MAZZA;

MINIATI, 1993). Durante a maturação, os compostos fenólicos com maior relevância são as antocianinas e os taninos, e sua evolução durante a maturação é um dos fatores determinantes da qualidade das uvas (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006).

Conforme Deloire et al. (1998) a videira sintetiza polifenóis como defesa a situações adversas ou ao estresse. Esta resposta metabólica ocorre quando a planta é submetida a um estresse do tipo biótico (ataque de fungos), ou a um estresse abiótico (déficit hídrico, radiação ultravioleta, variações de temperatura).

Além da importância que os compostos fenólicos possuem na enologia, existe um interesse cada vez maior nesses compostos devido ao seu potencial benéfico para a saúde humana (SOLEAS et al., 2002). Por outro lado, os compostos polifenólicos também despertam interesses pelo seu potencial como agentes antioxidantes, antiinflamatórios e antitumorais na medicina humana. Estudos apontam que a ingestão regular de alimentos ricos em polifenóis, como os vinhos, podem reduzir o risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares (BEER et al, 2002).

Além disso, os compostos fenólicos secundários mais abundantes em plantas são derivados a partir de reações catalíticas aumentadas por fatores ambientais, como baixas taxas de nutrientes, luz e infecção por fungos. A incidência elevada de luz ultravioleta sobre os tecidos de frutos promove uma maior produção destes metabólitos, devido à ativação de genes responsáveis pela sua rota de síntese (TAIZ; ZEIGER, 2009; GRIS, 2010).

Polifenóis são divididos em dois grandes grupos: flavonóides e não-flavonóides. Os flavonóides mais encontrados em vinhos são catequinas, epicatequina (flavanóis), antocianinas (vinhos tintos), flavonóis como quercetina, campferol, miricetina. Os compostos não-flavonóides correspondem basicamente aos ácidos fenólicos (ácidos hidroxibenzóicos e hidroxicinâmicos) e estilbenos, são primariamente armazenados nos vacúolos celulares da casca e da polpa e são facilmente extraídos por prensagem (BRAVO, 1998; JACKSON, 2008; GRIS, 2010).

1.8.1 Compostos Flavonóides

Três classes de flavonóides são geralmente detectadas em uvas e vinhos: antocianinas, flavanóis, e taninos. As antocianinas são responsáveis pela cor dos vinhos tintos e uvas. Embora incolor,

flavonóis também são pensados para contribuir para cor vinho como copigmentos das antocianinas (DOWNEY et al., 2006).

Os flavonóides são compostos fenólicos que se caracterizam por um esqueleto básico e comum C6-C3-C6. A estrutura base consiste em dois anéis aromáticos ligados por um anel pirano. Essa classe de compostos fenólicos pode ser dividida em subclasses as quais se distinguem pelo grau de oxidação do anel pirano (STAFFORD; 1990; ZOECKLEIN et al., 1995). Os flavonóides, baseados na estrutura 2-fenil benzopirona, estão principalmente representados na uva pelos flavonóis, enquanto que os flavonóides, em seu sentido amplo, compreendem igualmente as antocianinas e os flavan-3-óis (MATTIVI et al., 2002).

Os flavonóides constituem o maior grupo de compostos fenólicos de plantas, sendo responsáveis pela coloração das flores e dos frutos. São substâncias de baixo peso molecular, compostas de 15 átomos de carbono (MATTIVI et al., 2002; OLIVEIRA, 2010).

1.8.2 Compostos Não-flavonóides

Os compostos não-flavonóides correspondem aos compostos fenólicos mais simples, tais como os ácidos fenólicos: ácidos hidroxibenzóicos (C6-C1) e ácidos hidroxicinâmicos (C6-C3) e seus derivados, além de outros derivados fenólicos de grande importância como os estilbenos (resveratrol *cis* e *trans*) e o tirosol (MONAGAS et al., 2005; GRIS et al., 2011).

Os monômeros dos estilbenos, *cis* e *trans*-resveratrol, são fitoalexinas, isto é, componentes sintetizados pela videira em resposta a uma situação de estresse. Em resposta ao estresse, o vegetal produz os estilbenos monômeros, precursores dos oligômeros viníferos. Resveratrol e seus derivados concentram-se nas cascas de uva, por isso seu teor é maior nos vinhos tintos (MATTIVI et al., 1993; VITRAC et al., 2005). O *trans*-resveratrol (*trans*-3,5,4-trihidroxiestilbeno) é o mais estudado devido a seu potencial benéfico para a saúde humana (GRIS, 2010).

Vitrac et al. (2005) e Gris et al. (2011) demonstraram que a variedade Merlot, quando produzida em condições climáticas brasileiras, se destaca em relação as demais variedades, devido elevados teores de estilbenos, principalmente *trans*-resveratrol.

1.9 Atividade Antioxidante

A atividade antioxidante é a capacidade de um composto em inibir a degradação oxidativa e a peroxidação lipídica. Os compostos fenólicos são os principais antioxidantes presentes nos alimentos. Embora a atividade antioxidante dos compostos fenólicos seja associada a diversos mecanismos, esses compostos são altamente reativos com radicais livres, sendo considerado seu principal mecanismo de ação (ROGINSKY; LISSI, 2005).

O consumo de vinho pode representar efeitos benéficos à saúde humana como inibição da peroxidação do LDL, prevenção da aterosclerose e doenças cardiovasculares (JACKSON, 2008). Compostos antioxidantes como os compostos fenólicos presentes no vinho podem proteger o corpo humano do efeito de radicais livres e retardar o progresso de diversas doenças crônicas. A capacidade de sequestrar radicais livres dos compostos fenólicos é muito importante devido ao efeito deletério que esses radicais causam nos sistemas biológicos (GÜLÇIN, 2010).

Estudos têm demonstrado que os compostos fenólicos apresentam propriedades antioxidantes e exercem um efeito protetor contra os danos oxidativos das células (LOPEZ-VELEZ, 2003).

A atividade antioxidante pode ser medida através do monitoramento da inibição da oxidação de um substrato sensível. Os métodos mais utilizados para avaliar a capacidade antioxidante incluem a capacidade de absorbância do radical oxigênio (ORAC), poder de redução como FRAP, poder em sequestrar radicais livres como teste de ABTS (ácido 2,2-azinobis-(3-etilbenzotiazolina)-6-ácido sulfônico), e DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazila) e inibição da peroxidação lipídica como TBARS. Esses métodos diferem nos princípios dos testes e nas condições experimentais (LACHMAN et al., 2007; GRIS, 2010; GRIS et al., 2011).

CAPÍTULO 2 – Caracterização Climática e Fenológica das Variedades Cabernet Sauvignon e Merlot, nas Regiões de Campo Belo do Sul e São Joaquim / SC.

RESUMO

Diferentes estudos comprovam que as regiões de altitude elevada do Estado de Santa Catarina possuem grande potencial para a produção de uvas de variedades de (*Vitis vinifera* L.). A produção de uvas viníferas nessas regiões do Estado é recente e há poucas informações técnico-científicas disponíveis a respeito da fenologia, seja das fases do desenvolvimento da videira em relação ao clima. Assim a caracterização das exigências térmicas da videira através de graus-dia (GD) é utilizada por diversos autores como um método eficiente para avaliar a duração do ciclo, a produção e a qualidade. Tendo em vista esses aspectos, o objetivo deste estudo foi caracterizar o desenvolvimento fenológico, determinar as exigências térmicas em graus-dia (GD), o índice de Heliotérmico (IH) e as variáveis climáticas durante o desenvolvimento vegetativo e produtivo das variedades Merlot e Cabernet Sauvignon, cultivadas em Campo Belo do Sul e São Joaquim, regiões de altitude elevada do Estado de Santa Catarina, no Sul do Brasil, durante o ciclo 2012/2013. Os estádios fenológicos avaliados foram brotação, floração, mudança de cor das bagas e maturidade. Os resultados indicam que as duas localidades estudadas apresentam condições climáticas favoráveis à atividade da vitivinicultura. No ciclo 2012/13, as médias das temperaturas máximas em São Joaquim foram 5°C inferiores que Campo Belo do Sul, atingindo valores de 22°C e 27°C, respectivamente. As variações de temperatura influenciaram diretamente o ciclo fenológico da videira, resultando em diferenças entre as duas regiões. Em Campo Belo do Sul, o clima vitícola foi classificado como ameno (região III), segundo os Índices de Winkler e Huglin, respectivamente. São Joaquim, foi classificado segundo o Índice de Winkler como região I e região fria de acordo com o índice de Huglin. A região de Campo Belo do Sul (950 m) apresentou um somatório térmico em torno de 40% maior que a região de São Joaquim (1400 m). Com valores de 1754,1 e 1660,9 graus-dia para Campo Belo do Sul e 1220,5 e 1171,8 graus-dia para São Joaquim. A precipitação pluviométrica considerada da

brotação a maturidade nas duas regiões, realizando-se a média das variedades avaliadas, foram de 663 mm em Campo Belo do Sul e 960 mm em São Joaquim. Observou-se que a precipitação, em média, foi 31% mais elevada em São Joaquim. Verificou-se que as radiações global (Rg) e a fotossinteticamente ativa (PAR) foram superiores em Campo Belo do Sul, com Rg de 837,4 W m⁻² e PAR de 1364,3 μmol fótons m⁻²s⁻¹. Observou-se que na região de São Joaquim os ciclos das variedades Merlot e Cabernet Sauvignon iniciam a brotação em média 9 dias antes e a maturidade ocorreu, em média, 44 dias depois de Campo Belo do Sul. As variedades Merlot e Cabernet Sauvignon, em ambas as altitudes estudadas apresentaram uvas de boa qualidade para a elaboração de vinhos finos.

Palavras Chave: *Vitis vinifera* L.. Regiões de altitude. Radiação. Graus-dia. Índice de Winkler. Índice de Huglin.

2.1 Introdução

A viticultura brasileira nas últimas décadas vem se destacando por plantios de variedades de videira de (*Vitis vinifera* L.) em novas regiões. Essas regiões vêm desenvolvendo uma identidade pela sua diversidade em relação às diferentes condições ambientais, sistemas de cultivo e recursos genéticos com ampla variabilidade (CAMARGO; TONIETTO; HOFFMANN, 2011; BORGHEZAN et al., 2011; VIEIRA et al., 2011; MALINOVSKI et al., 2012).

Os vinhos finos produzidos em Santa Catarina, nas regiões de altitudes superiores a 900 metros, vêm se destacando nacionalmente por sua elevada qualidade, acredita-se que a região possua uma aptidão especial para produção de uvas de variedades de *Vitis vinifera* L.. Garantindo assim vinhos com intensa coloração, definição aromática e equilíbrio gustativo (ROSIER, 2006; GRIS et al., 2010).

Os fatores ambientais apresentam forte relação com a fenologia da videira (JONES et al., 2010; BOCK et al., 2011). Diversos autores relacionam os aspectos climáticos e a extensão dos estádios fenológicos, entre os fatores destacam-se a temperatura, a umidade relativa do ar, a precipitação pluviométrica e a radiação solar (JONES et al., 2010; FIORILLO et al., 2012; BOCK et al., 2011). A interação destes fatores com o meio natural, em particular com o solo, assim como a variedade e as técnicas de cultivo, são responsáveis pela potencialidade de cada região bem como pela produtividade e qualidade das uvas (BONNARDOT et al., 2011).

A temperatura do ar durante o desenvolvimento da videira é um dos fatores mais importantes para definir a época e o tempo de duração das fases fenológicas (MYBURGH, 2005; HALL; JONES, 2010). Segundo Back et al. (2012), temperaturas extremas acima de 35°C inibem ou bloqueiam os processos fisiológicos e bioquímicos da videira, sendo portanto prejudicial para a cultura. Contudo, as temperaturas observadas durante todo o ciclo das variedades Merlot e Cabernet Sauvignon, em ambas as altitudes estudadas, demonstraram um potencial para o desenvolvimento vitícola das regiões.

Diversos índices bioclimáticos foram desenvolvidos, possibilitando a classificação de diversas regiões vitivinícolas, bem como a caracterização das exigências térmicas de todas as variedades para seu completo desenvolvimento. Entre esses principais índices, os mais utilizados são Índice de Winkler – IW (WINKLER et al., 1974) e o

Índice de Huglin– IH (HUGLIN, 1978; HALL; JONES, 2010; JONES et al., 2010).

As regiões de elevada altitude do Estado de Santa Catarina (acima de 900) têm demonstrado grande potencial para produção de uvas viníferas. Diferentes autores evidenciam que o ciclo fenológico de diversas variedades é mais extenso nessas regiões, em relação as demais zonas vitivinícolas do Brasil, devido as particularidades do clima, GRIS et al. (2010); BURIN et al. (2011); BORGHEZAN et al. (2011) e MALINOVSKI et al. (2012). No entanto essas regiões necessitam de maiores informações para o desenvolvimento dessa atividade, com intuito de averiguar a potencialidade local e as variedades promissoras.

Neste sentido, o presente trabalho teve como objetivo, estudar as principais variáveis climáticas, caracterizar a fenologia e o requerimento térmico, de duas regiões de altitude do Estado de Santa Catarina, durante os ciclo 2012/2013.

2.2 Material e Métodos

2.2.1 Áreas Experimentais e Material Vegetal

Foram avaliadas duas unidades experimentais, em vinhedos situados em altitudes de 950 e 1400 metros no Planalto Catarinense. As unidades experimentais localizam-se nos municípios de Campo Belo do Sul e São Joaquim.

As variedades estudadas foram Merlot e Cabernet Sauvignon, durante o ciclo 2012/2013.

Em ambos os vinhedos cada unidade experimental foi composta por 60 plantas, previamente marcadas, com 4 repetições e cada uma composta por 15 plantas, seguindo um delineamento experimental inteiramente casualizado.

Campo Belo do Sul

A unidade de Campo Belo do Sul, situa-se a 950 metros de altitude e localiza-se no Planalto Catarinense, com latitude 27°40'4"S., longitude 50°44'48"W. O vinhedo pertence à vinícola Abreu e Garcia, as variedades Merlot e Cabernet Sauvignon foram implantadas em 2006 com um espaçamento de 3,00 m entre linhas e 1,00 m entre plantas. As plantas são conduzidas em sistema espaldeira e enxertadas sobre Paulsen 1103.

São Joaquim

A unidade de São Joaquim, situa-se a 1400 metros de altitude e localiza-se na Serra Catarinense, com latitude 28°15'13''S., longitude 49°57'02''W. O vinhedo pertence à Estação Experimental da EPAGRI - Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. As variedades Merlot e Cabernet Sauvignon foram implantadas em 2006 com um espaçamento de 3,00 entre linhas e 1,50 m entre plantas. As plantas são conduzidas em sistema espaldeira e enxertadas sobre Paulsen 1103.

2.2.2 Monitoramento Climático

O monitoramento climático foi realizado através dos dados climáticos obtidos das Estações Meteorológicas Automáticas Telemétricas da Epagri/CIRAM, localizadas em cada um dos vinhedos de Campo Belo do Sul e São Joaquim. Os parâmetros climáticos avaliados foram: temperatura máxima, média e mínima (°C) do ar, umidade relativa do ar (%), precipitação pluviométrica (mm), radiação solar global - R_g ($W\ m^{-2}$) e radiação fotossinteticamente ativa - PAR ($\mu mol\ fótons\ m^{-2}s^{-1}$).

Os dados e informações foram processados na Epagri/CIRAM e dispostos em tabelas e textos acessíveis através de um Sistema de Informações (em base WEB-Epagri).

Requerimento Térmico

Índices bioclimáticos foram desenvolvidos possibilitando a classificação de diversas regiões vitivinícolas, e também, a caracterização das exigências térmicas de variedades viníferas para o completo desenvolvimento. Entre esses índices, os mais utilizados são Índice de Winkler – IW (WINKLER et al., 1974) e o Índice de Huglin–IH (HUGLIN, 1978; HALL; JONES, 2010).

Com os dados de temperatura do ar, foi calculada a Soma Térmica, expresso em graus-dia (GDD) e classificados conforme Winkler (WINKLER et al., 1974; JONES et al., 2010), e o Índice de Huglin (IH).

$$GDD = \sum \text{máximo} \{ [(T_{\text{máxima}} + T_{\text{mínima}}) / 2] - 10, 0 \}$$

Segundo Winkler et al.(1974) e Hall; Jones (2010), a classificação das zonas em GDD (considerando unidade em °C) são:

1. Região muito fria: <850;
2. Região I: 850 – 1389;
3. Região II: 1389-1667;
4. Região III 1667 -1944;
5. Região IV: 1944-2222;
6. Região V: 2222 -2700;
7. Região muito quente: >2700.

O Índice de Huglin (IH) considera além da temperatura média, a temperatura máxima e um coeficiente de correção de latitude, dado pela equação:

$$IH = \sum \text{máximo} \{ [(T_{\text{média}} - 10) + (T_{\text{máxima}} - 10)] / 2, 0 \} * k$$

O coeficiente k é um ajuste entre a latitude e o comprimento do dia, sendo considerado de 1,02 a 1,06 para as latitudes entre 40° e 50° (HUGLIN, 1978; HALL; JONES, 2010). No entanto, foi realizada uma correlação entre esses valores e a latitude dos vinhedos de Campo Belo do Sul - SC (latitude 26°) e São Joaquim – SC (latitude 27°) obtendo-se o valor de k 0,94.

Segundo Huglin (1978), com esse índice as zonas são classificadas (considerando unidade de °C), como:

1. Extremamente fria: <1200;
2. Muito fria: 1200 - 1500;
3. Fria: 1500-1800;
4. Temperada: 1800-2100;
5. Temperada quente: 2100- 2400;
6. Quente: 2400- 2700;
7. Muito quente: 2700- 3000;
8. Extremamente quente: >3000.

Para o cálculo de ambos os índices, considerou-se a temperatura base de 10°C (térmica mínima necessária ao desenvolvimento da videira) (HALL; JONES, 2010; JONES et al., 2010), sendo calculado entre os estádios fenológicos da brotação à maturidade (colheita) para as variedades Cabernet Sauvignon e Merlot.

2.2.3 Fenologia

As avaliações da fenologia das plantas foram realizadas da brotação à maturidade (colheita), no ciclo 2012/2013.

Para a definição dos estádios fenológicos da videira utilizou-se a metodologia proposta por Baillod; Baggiolini (1993). Os principais estádios de desenvolvimento descritos foram:

B – brotação: considerado quando 50% das gemas estão em estágio de ponta verde;

F – floração: considerado quando 50% das flores estão abertas;

Mud. Cor – mudança de cor das bagas: quando 50% das bagas mudam de coloração;

Mat – maturidade (colheita): considerado com base na avaliação da composição química das bagas e a sanidade das plantas (**ANEXO A**).

Desta forma foi caracterizado o número de dias entre cada subperíodo fenológico. Os parâmetros fenológicos avaliados periodicamente foram o número de dias para a brotação, floração, mudança de cor das bagas e maturação.

2.2.4 Análise Estatística

Os dados coletados foram avaliados usando o programa Statistica v. 7.0 para análise de variância (ANOVA), e teste Tukey, com nível de significância de 5% de probabilidade. Os dados climáticos foram analisados através de médias. Os dados de fenologia foram avaliados por estatística descritiva.

2.3 Resultados e Discussão

Variáveis climáticas

Os dados climáticos foram avaliados para o período da brotação à maturidade (colheita) durante o ciclo 2012/2013, compreendendo os meses de setembro a abril em São Joaquim (1400 m de altitude) e de setembro a março em Campo Belo do Sul (950 m).

2.3.1 Temperatura do Ar

Na **Figura 2.3.1** observa-se as médias mensais das temperaturas máximas do ar para Campo Belo do Sul e São Joaquim – SC, entre os estádios fenológicos da brotação e da maturidade (colheita). Foram observados valores mensais da temperatura máxima, em média 4,3°C menores para o vinhedo localizado em São Joaquim.

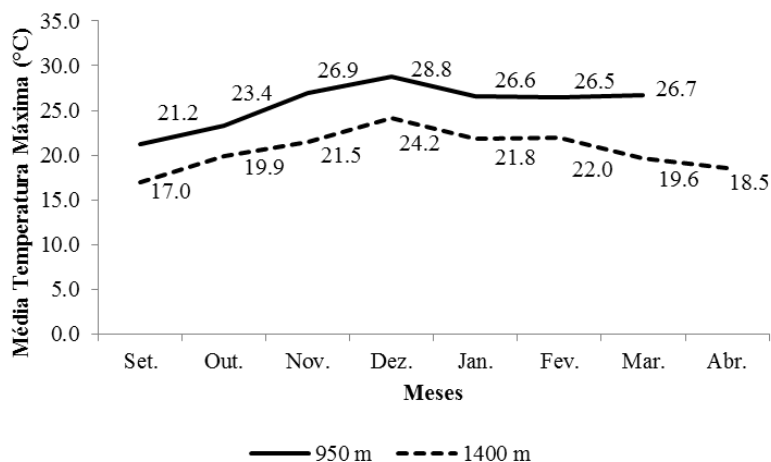


Figura 2.3.1 Médias mensais da temperatura máxima do ar (°C), durante o ciclo vegetativo e reprodutivo das variedades Merlot e Cabernet Sauvignon, nas regiões de Campo Belo do Sul (950 m de altitude) e São Joaquim (1400 m) – SC, ciclo 2012/2013.

A **Figura 2.3.2** apresenta as médias mensais das temperaturas médias do ar para Campo Belo do Sul e São Joaquim, entre a brotação e a maturidade das variedades Merlot e Cabernet Sauvignon. Observam-se valores mensais da temperatura média 3,8°C maiores em Campo Belo do Sul.

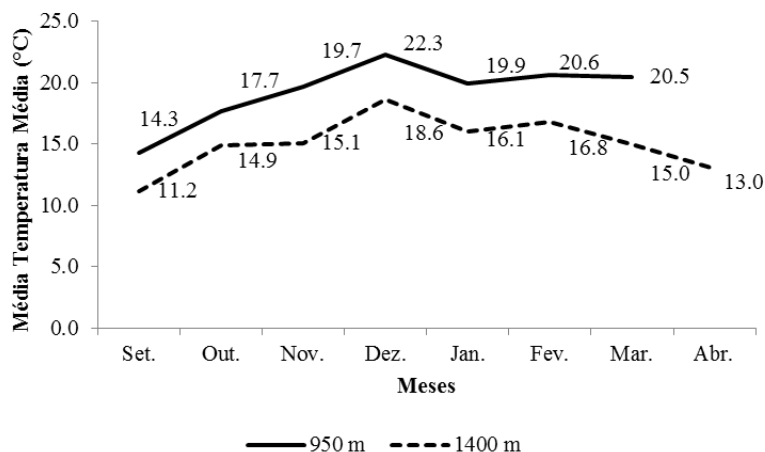


Figura 2.3.2 Médias mensais da temperatura média do ar (°C), durante o ciclo vegetativo e reprodutivo das variedades Merlot e Cabernet Sauvignon, nas regiões de Campo Belo do Sul (950 m de altitude) e São Joaquim (1400 m) – SC, ciclo 2012/2013.

A **Figura 2.3.3** apresenta as médias mensais das temperaturas mínimas do ar para Campo Belo do Sul e São Joaquim, da brotação a maturidade das variedades Merlot e Cabernet Sauvignon. Observam-se temperaturas mínimas em média 3,9°C menores para São Joaquim.

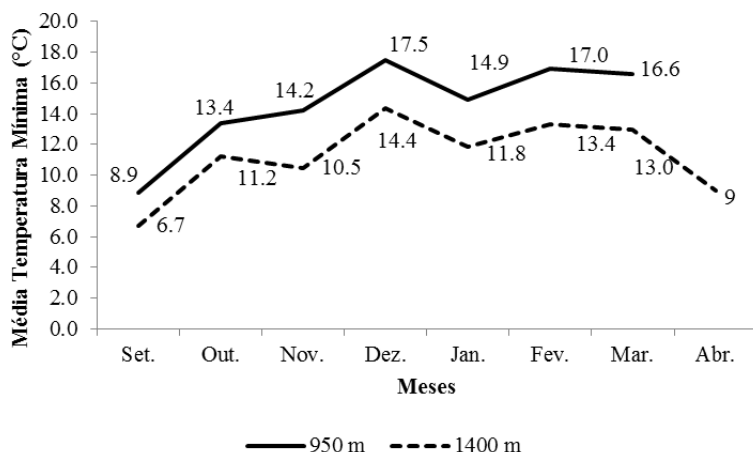


Figura 2.3.3 Médias mensais da temperatura mínima do ar (°C), durante o ciclo vegetativo e reprodutivo das variedades Merlot e Cabernet Sauvignon, nas regiões de Campo Belo do Sul (950 m de altitude) e São Joaquim (1400 m) – SC, ciclo 2012/2013.

2.3.2 Amplitude Térmica

A **Figura 2.3.** apresenta as médias mensais das amplitudes térmicas para Campo Belo do Sul e São Joaquim, durante o estágio fenológico da brotação a maturidade. Observou-se que na zona de maior altitude, em São Joaquim, a amplitude térmica é em média 1,2°C menor que Campo Belo do Sul, consequentemente, a diferença entre a temperatura máxima e mínima é maior na altitude menor.

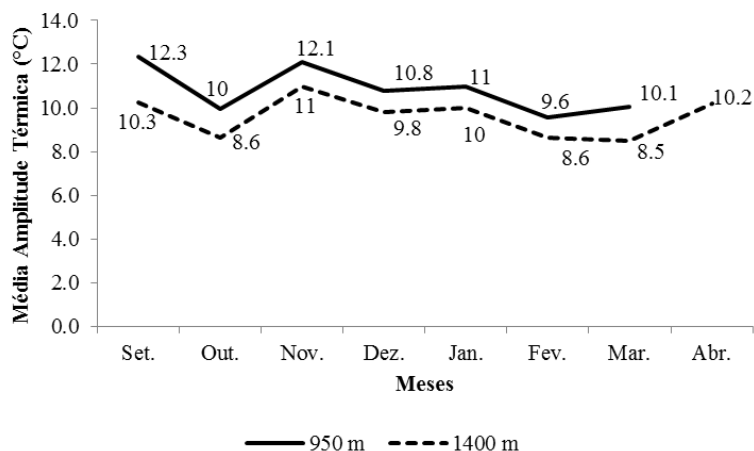


Figura 2.3.2 Médias mensais da amplitude térmica (°C), durante o ciclo vegetativo e reprodutivo das variedades Merlot e Cabernet Sauvignon, nas regiões de Campo Belo do Sul (950 m de altitude) e São Joaquim (1400 m) – SC, ciclo 2012/2013.

As amplitudes térmicas (**Figura 2.3.**) observadas durante os meses da brotação a maturidade, para São Joaquim e Campo Belo do Sul, foram semelhantes aos descritos por diversos autores, como Brighenti; Tonietto (2004), Gris et al. (2010) e Borghezian et al. (2011), que relataram uma amplitude térmica média de 10°C, sendo ideal para produção de uvas de qualidade (JACKSON, 2008). Portanto as amplitudes térmicas observadas para Campo Belo do Sul e São Joaquim são consideradas adequadas para a produção de uvas com qualidade.

A

Tabela 2.3-1 apresenta as médias das temperaturas máxima, média, mínima, amplitude térmica, e o somatório da precipitação pluviométrica para os estádios fenológicos das variedades Merlot e Cabernet Sauvignon, nas regiões de Campo Belo do Sul e São Joaquim, durante o ciclo 2012/2013.

Tabela 2.3-1 Médias das temperaturas máxima, média, mínima, amplitude térmica e somatório de precipitação para cada um dos estádios fenológicos das variedades Merlot e Cabernet Sauvignon, nas regiões de Campo Belo do Sul (950 m de altitude) e São Joaquim (1400 m) – SC, ciclo 2012/2013.

Variedade	Estádio fenológico	Temperatura Máxima (°C)		Temperatura Média (°C)		Temperatura Mínima (°C)		Amplitude Térmica (°C)		Precipitação (mm)	
		950 m	1400 m	950 m	1400 m	950 m	1400 m	950 m	1400 m	950 m	1400 m
Merlot	Brotação - Floração	22.2	19.6	15.8	13.9	11	9.8	11.2	9.8	133	355
	Floração - Mud. Cor	27.3	22.7	20.6	17.1	15.7	12.8	11.6	9.9	264	271
	Mud. Cor - Maturidade	26.5	21	20.2	15.7	15.7	12.1	10.8	9.2	310	345
	Brotação - Maturidade	25.8	21.3	19.3	15.7	14.5	11.6	11.3	9.6	707	967
Cabernet Sauvignon	Brotação - Floração	24.5	19.9	18.2	14	14.2	9.5	10.3	10.4	148	269
	Floração - Mud. Cor	27.5	22.9	20.8	17.2	16.3	13	11.3	9.9	265	272
	Mud. Cor - Maturidade	26.8	21.9	20.5	16.1	16.7	12.6	10.1	8.7	205	418
	Brotação - Maturidade	26.6	21.3	20.1	15.7	16	11.6	10.6	9.7	618	953

Considerando o ciclo fenológico da brotação até a maturidade da variedade Merlot (de setembro a fevereiro em Campo Belo do Sul e de setembro a abril em São Joaquim), verificou-se que as médias de temperaturas do ar máxima e mínima, foram de 25,8°C e 14,5°C para Campo Belo do Sul e 21,3°C e 11,6°C para São Joaquim, no ciclo 2012/2013.

Durante o período de Brotção das variedades avaliadas observou-se que as médias de temperaturas máximas do ar, foram de 21,2°C e 17°C para Campo Belo do Sul e São Joaquim, respectivamente (**Figura 2.3.1**). Demonstrando uma diferença de 6,4°C entre as altitudes.

Nos meses que ocorreram as brotações (setembro e outubro), em ambas as altitudes, verificou-se que as temperaturas médias também tiveram um aumento em relação aos meses anteriores, estimulando assim a brotação. Observou-se que as médias de temperaturas do ar médias foram de 17,7°C e 11,2°C, para Campo Belo do Sul e São Joaquim, respectivamente. (**Figura 2.3.2**). Demonstrando uma diferença de 6,5°C entre as altitudes.

Acredita-se que as diferenças nas datas de brotação, entre os dois locais, estejam relacionadas com a necessidade de frio para a superação da dormência. Em locais mais frios, como São Joaquim, a brotação é antecipada porque as plantas atingem antes as horas de frio necessárias para a superação da dormência (BRIGHENTI et al., 2013).

Durante a maturação das uvas da variedade Cabernet Sauvignon, que compreende o estágio fenológico da Mudança de Cor a Maturidade

(fevereiro, março e abril), os valores médios das temperaturas máximas do ar foram de 26,8°C e 21,9°C, para Campo Belo do Sul e São Joaquim, respectivamente. Houve uma diferença de 4,9°C entre as regiões. As médias das temperaturas médias do ar foram de 20,5°C e 16,1°C, para Campo Belo do Sul e São Joaquim, respectivamente. Já as médias das temperaturas mínimas do ar foram de 16,7°C e 12,6°C, para Campo Belo do Sul e São Joaquim, respectivamente.

Durante a maturação das uvas da variedade Merlot, os valores médios das temperaturas máximas e mínimas do ar foram de 26,5°C e 15,7°C, para Campo Belo do Sul – SC. Já para São Joaquim durante o estágio fenológico da mudança de cor a maturidade (janeiro, fevereiro, março e abril), os valores médios das temperaturas máximas e mínimas do ar foram de 21°C e 12,1°C.

Foi observado que para ambas as variedades estudadas, o período da floração a mudança de cor (início da maturação) apresentou as temperaturas do ar mais elevadas, com valores médios das temperaturas máximas de 27°C para Campo Belo do Sul e 22°C São Joaquim, com uma diferença de 5°C entre as regiões estudadas.

2.3.3 Precipitação Pluviométrica

A **Figura 2.3.3** apresenta o somatório da precipitação pluviométrica (mm) e a umidade relativa do ar (%) para Campo Belo do Sul e São Joaquim, durante o ciclo 2012/2013 das variedades Merlot e Cabernet Sauvignon. Observou-se que a precipitação, em média, foi mais elevada em São Joaquim (1400 m).

Durante os estádios fenológicos para a variedade Merlot observou-se que a precipitação da Brotação a Maturidade foi mais elevada em São Joaquim, com 967 mm, e em Campo Belo do Sul 707 mm.

Durante o estágio fenológico da mudança de cor a maturidade, para a variedade Merlot, observou-se 345 mm de precipitação e 81% de UR a 1400 metros de altitude e 310 mm de precipitação e 82% de UR a 950 metros de altitude. Durante a brotação a maturidade observou-se 967 mm de precipitação e 76% de UR para a região de maior altitude, São Joaquim (1400 m) e 707 mm e 80% de UR para Campo Belo do Sul (

Tabela 2.3-1).

Para a variedade Cabernet Sauvignon, durante o estágio fenológico da mudança de cor a maturidade, observou-se 418 mm de precipitação e 83% de umidade relativa (UR) a 1400 metros de altitude e 205 mm de precipitação e 82% de UR a 950 metros de altitude. Precipitações elevadas durante a fase de maturação das uvas pode acarretar em danos e perdas de qualidade (BORGHEZAN et al., 2011) e consequentemente dos vinhos (CONRADIE et al., 2002). Observa-se que regiões que apresentam pouca pluviosidade durante a maturação das uvas são favoráveis para a qualidade organoléptica do vinho (FREGONI, 2005).

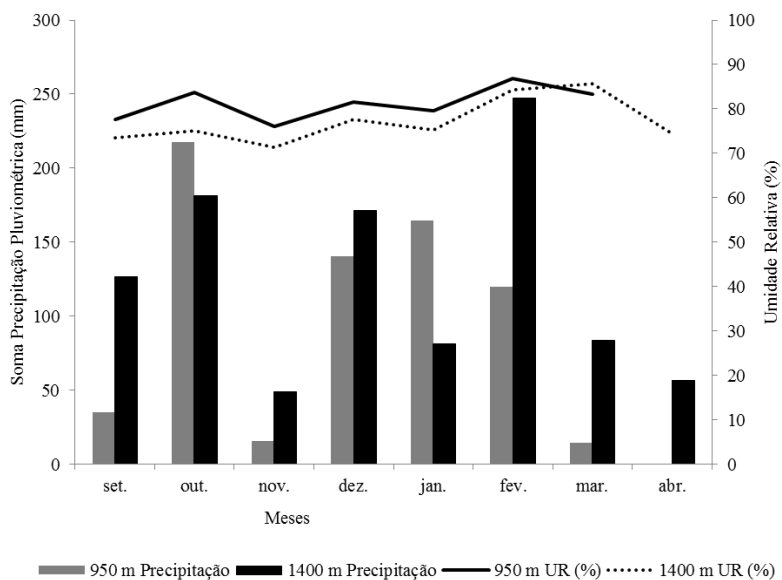


Figura 2.3.3 Somatório da Precipitação (mm) e Umidade Relativa do Ar (%), durante o ciclo vegetativo e reprodutivo das variedades Merlot e Cabernet Sauvignon, nas regiões de Campo Belo do Sul (950 m de altitude) e São Joaquim (1400 m) – SC, ciclo 2012/2013.

2.3.4 Radiação Solar

Nas **Figura 2.3.4** e **Figura 2.3.5** estão apresentadas as curvas com a radiação solar global (W m^{-2}) e radiação fotossinteticamente ativa ($\mu\text{mol fons.m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), respectivamente, durante a maturação das variedades Merlot e Cabernet Sauvignon em São Joaquim e Campo Belo do Sul. Em ambas as altitudes as médias da radiação global (R_g) e fotossinteticamente ativa (PAR) apresentaram curvas similares durante a maturação, porém observa-se um incremento na radiação para Campo Belo do Sul (950 metros de altitude).

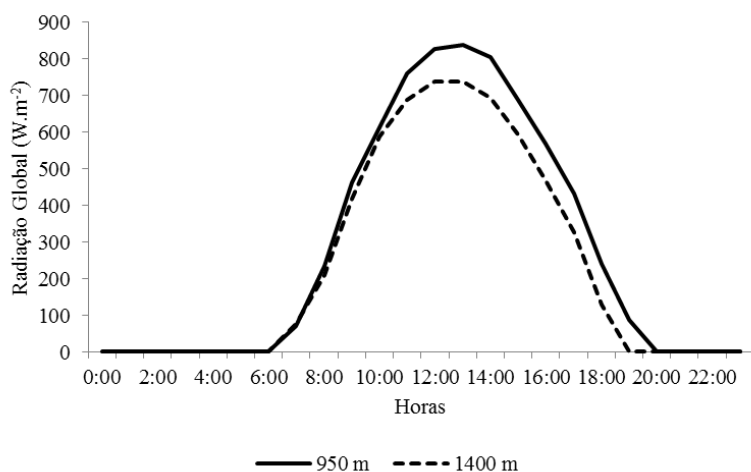


Figura 2.3.4 Valores médios/horários da radiação solar global - R_g (W m^{-2}) durante a maturação das variedades Merlot e Cabernet Sauvignon, nas regiões de Campo Belo do Sul (950 m de altitude) e São Joaquim (1400 m) – SC, ciclo 2012/2013.

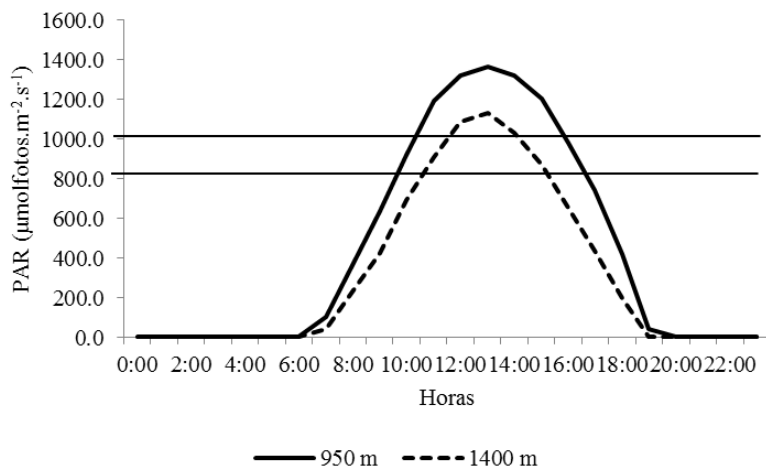


Figura 2.3.5 Valores médios/horários da radiação fotossinteticamente ativa - PAR ($\mu\text{molfotons.m}^{-2}\text{s}^{-1}$) e o ponto de saturação entre 800 a 1000 $\mu\text{molfotons.m}^{-2}\text{s}^{-1}$, durante a maturação das variedades Merlot e Cabernet Sauvignon, nas regiões de Campo Belo do Sul (950 m de altitude) e São Joaquim (1400 m) – SC, ciclo 2012/2013.

Os maiores valores médios horários registrados no período de maturação das variedades Merlot e Cabernet Sauvignon, de radiação global (R_g) e fotossinteticamente ativa (PAR) foram, respectivamente, de 837,4 W m^{-2} e 1364,3 $\mu\text{molfotons.m}^{-2}\text{s}^{-1}$, para Campo Belo do Sul e para São Joaquim foram de 749,5 W m^{-2} e 1130,7 $\mu\text{molfotons.m}^{-2}\text{s}^{-1}$.

Observa-se ainda, que Campo Belo do Sul apresentou maior incidência de radiação com maior duração, ou seja, neste local a incidência da radiação solar ocorre mais cedo e no final do fotoperíodo com mais intensidade que em São Joaquim. Em Campo Belo do Sul o ponto de saturação entre 800 a 1000 $\mu\text{molfotons.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ é alcançado entre 8 e 9 horas e termina entre 18 e 19 horas. Já em São Joaquim observa-se o alcance do ponto de saturação entre 9 e 10 horas e o término entre 16 e 17 horas. Havendo, portanto uma maior disponibilidade de radiação com maior duração para as videiras cultivadas em Campo Belo do Sul.

Verifica-se que Campo Belo do Sul apresenta maiores valores de radiações Rg e PAR, o que pode ser explicado pela localização mais a oeste, apresentando menor influência da umidade proveniente do mar e menor nebulosidade (o vinhedo estudado localiza-se em torno de 210 Km em linha reta do litoral), o que também foi observado por Malinovski (2009). Em São Joaquim (1400 m) observou-se, em média, valores menores de radiações Rg e PAR, o que pode ser explicado pela sua localização mais ao sul e maior influência da umidade proveniente do mar e, conseqüentemente, maior nebulosidade (o vinhedo estudado localiza-se em torno de 125 Km em linha reta do litoral). Resultados semelhantes foram obtidos por Vieira et al., (2011) quando compararam a disponibilidade de radiação solar entre as regiões de Campo Belo do Sul e Pech Rouge na França.

As diferenças observadas nas radiações entre as altitudes estudadas podem estar relacionadas com a latitude, longitude, altitude, umidade do ar, exposição do terreno e nebulosidade, pois esses fatores alteram a quantidade e a qualidade da radiação em determinado local (PANDOLFO, 2010), conseqüentemente, afetam também a composição das bagas (BERGQVIST et al., 2001).

Segundo Jackson; Lombard (1993) a intensidade de luz geralmente é crescente com a diminuição da latitude, embora os dias durante o verão são mais longos se a latitude for maior. Portanto, pode-se afirmar que Campo Belo do Sul (lat. 27°40'4''S) apresenta maior disponibilidade de radiação solar do que em São Joaquim (28°15'13''S).

Tudo indica que a região de São Joaquim apresenta outros fenômenos climáticos que reduzem as radiações, Rg e PAR, causando efeitos na videira e, conseqüentemente, na produção da uva. Esses fatores podem ser explicados pela maior nebulosidade, maior umidade relativa do ar, maior precipitação pluviométrica (MALINOVSKI, 2009).

Para REGINA (1993) a atividade fotossintética das folhas de videira responde de maneira linear ao aumento de radiação até a valores situados entre 500 a 700 $\mu\text{mol fotons.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ até chegar ao ponto de saturação entre 800 a 1000 $\mu\text{mol fotons.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$. Para este mesmo autor, o ótimo da fotossíntese para a variedade Cabernet Sauvignon se situa entre 500 e 700 $\mu\text{mol fotons.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ e acima de 800 $\mu\text{mol fotons.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ a fotossíntese não responde ao aumento da radiação. Em ambas as altitudes a radiação PAR foi satisfatória para o adequado desenvolvimento da videira e realização da atividade fotossintética.

2.3.5 Requerimento Térmico

2.3.5.1 Índice de Winkler

O somatório térmico, da variedade Cabernet Sauvignon, através do Índice de Winkler para o ciclo acompanhado, 2012/2013, está representado na **Figura 2.3.** e da variedade Merlot está representado na **Figura 2.3.7.** Para ambas as variedades, no ciclo 2012/2013, observa-se que Campo Belo do Sul (950 m) apresentou um somatório térmico maior (1754 e 1660 graus-dia) do que a região de altitude mais elevada - São Joaquim - (1220 e 1171 graus-dia). O índice de Winkler classifica a região de maior altitude, São Joaquim, como região I, e Campo Belo do Sul como região III.

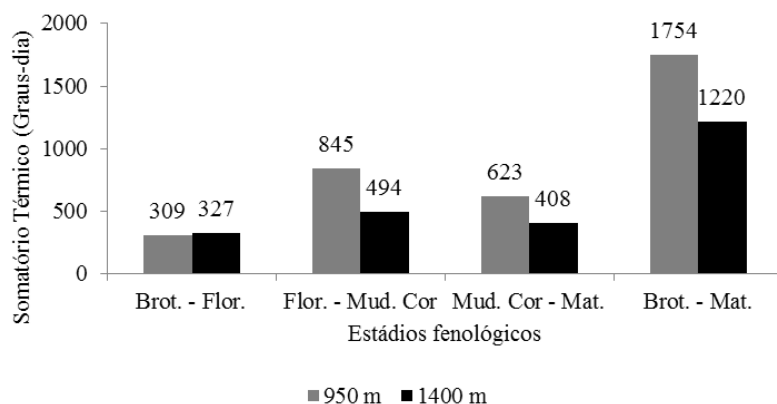


Figura 2.3.6 Exigência térmica em graus-dia (GDD) para cada estágio fenológico avaliado para a variedade Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L.), nas regiões de Campo Belo do Sul (950 m de altitude) e São Joaquim (1400 m) – SC, ciclo 2012/2013.

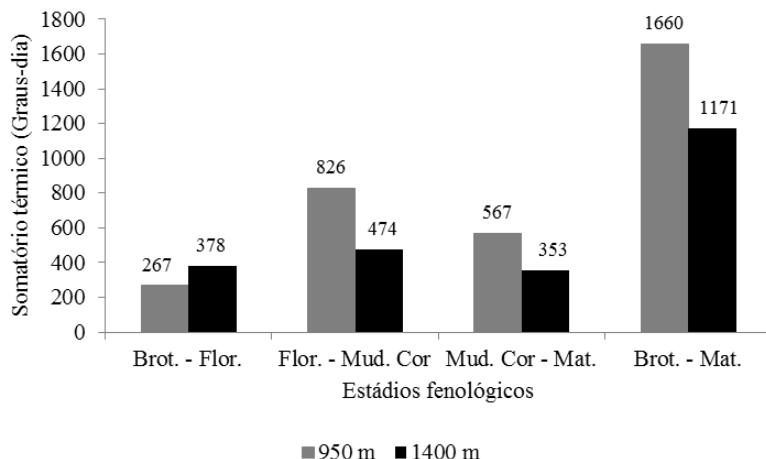


Figura 2.3.7 Exigência térmica em graus-dia (GDD) para cada estágio fenológico avaliado para a variedade Merlot (*Vitis vinifera* L.), nas regiões de Campo Belo do Sul (950 m de altitude) e São Joaquim (1400 m) – SC, ciclo 2012/2013.

Para o ciclo 2012/2013, São Joaquim foi classificado como região I, sendo uma região mais fria que Campo Belo do Sul (região III). Diversas regiões vinícolas renomadas também apresentam a mesma classificação térmica que São Joaquim, como o Vale do Reno na Alemanha e as regiões de Champagne e Côte d'Or na França (JACKSON, 2001), já a região III está compreende locais como por exemplo, o Vale do Rhône na França, Napa e Sonoma nos Estados Unidos (HALL; JONES, 2010).

Para ambas as variedades, Cabernet Sauvignon e Merlot, o maior acúmulo de GDD ocorre em Campo Belo do Sul e está relacionado com médias de temperaturas do ar superiores em relação à São Joaquim.

2.3.5.2 Índice de Huglin

De acordo com cálculo do Índice de Huglin, a região de São Joaquim apresentou 1563,6 de somatório térmico, sendo classificada como região fria (somatório térmico entre 1500 - 1800), para o ciclo 2012/2013. Já Campo Belo do Sul, apresentou 2100 de somatório térmico, por apresentar temperaturas mais elevadas foi classificado

como região temperada (somatório térmico entre 1800 – 2100). As regiões estudadas se diferem de outras regiões vitícolas do Brasil, um exemplo é Bento Gonçalves – RS classificada como temperada quente (TONIETTO; CARBONNEAU, 1999).

2.3.6 Caracterização fenológica

Na

Tabela 2.3-2 observam-se as datas de ocorrência dos estádios fenológicos das variedades Cabernet Sauvignon e Merlot, nas regiões de Campo Belo do Sul e São Joaquim, ciclo 2012/2013.

As variedades apresentaram brotações mais precoces, principalmente a Cabernet Sauvignon, na região de maior altitude, São Joaquim e maturidades mais tardias, em relação à Campo Belo do Sul.

Na **Figura 2.3.** observa-se as durações dos estádios fenológicos das variedades estudadas nas diferentes altitudes.

Tabela 2.3-2 Fenologia das variedades Cabernet Sauvignon e Merlot, nas regiões de Campo Belo do Sul (950 m de altitude) e São Joaquim (1400 m) – SC, ciclo 2012/2013.

Variedade	Altitude (m)	Brotação	Floração	Mud. Cor das Bagas (50%)	Maturidade
Merlot	950	12/09/2012	20/10/2012	31/12/2012	20/02/2013
	1400	10/09/2012	24/11/2012	31/01/2013	09/04/2013
	Média	11/09/2012	06/11/2012	15/01/2013	16/03/2013
Cabernet Sauvignon	950	04/10/2012	05/11/2012	01/02/2013	07/03/2013
	1400	18/09/2012	26/11/2012	05/02/2013	16/04/2013
	Média	26/09/2012	15/11/2012	03/02/2013	27/03/2013

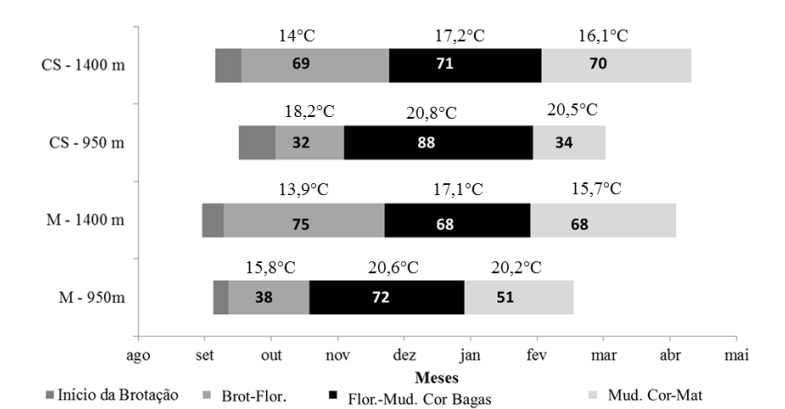


Figura 2.3.8 Duração cronológica (dias) e temperatura média (°C) para cada estágio fenológico avaliado para as variedades Cabernet Sauvignon e Merlot, nas regiões de Campo Belo do Sul (950 m de altitude) e São Joaquim (1400 m) – SC, ciclo 2012/2013. CS: Cabernet Sauvignon e M: Merlot.

A variedade Cabernet Sauvignon em Campo Belo do Sul apresentou o período da brotação a maturidade (04 outubro/12 a 07 março/13) de 154 dias e em São Joaquim foram 210 dias (18 setembro/12 á 16 abril/13). Os sub-períodos entre a brotação e a floração (04 outubro/12 á 05 novembro/12) foram de 32 dias para Campo Belo do Sul e 69 dias para São Joaquim (18 setembro/12 a 26 novembro/12).

Diferenças na extensão de ciclos da variedade Cabernet Sauvignon são explicadas quando uma região apresenta temperaturas médias mais elevadas que outras, acelerando o ciclo vegetativo da videira. Entre os estádios fenológicos avaliados, a maior diferença de duração cronológica (dias) foi na mudança de cor a maturidade, tendo a variedade Cabernet Sauvignon 36 dias de diferença entre as altitudes estudadas, sendo maior a duração em São Joaquim. Entre a brotação e a maturidade, observou-se uma diferença de 56 dias entre a duração cronológica do ciclo da variedade Cabernet Sauvignon entre as altitudes estudadas, sendo maior a duração em São Joaquim.

A variedade Merlot, em Campo Belo do Sul teve o período da brotação a maturidade (12 setembro/12 a 20 fevereiro/13) totalizando

161 dias e em São Joaquim 211 dias (10 setembro/12 à 09 abril/13). Os sub-períodos entre a brotação e a floração (12 setembro/12 à 20 outubro/12) foi de 38 dias para Campo Belo do Sul e 75 dias para São Joaquim (10 setembro/12 à 24 novembro/12).

Entre os estádios fenológicos avaliados, a maior diferença de duração cronológica (dias) observou-se na brotação a floração, tendo a variedade Merlot 37 dias de diferença entre as altitudes estudadas, sendo maior a duração em São Joaquim (1400 m). Entre a brotação e a maturidade, observou-se uma diferença de 50 dias entre a duração cronológica do ciclo entre as altitudes estudadas, sendo maior a duração em São Joaquim.

Para ambas as variedades, Cabernet Sauvignon e Merlot, observou-se a maior diferença entre as altitudes durante o estágio fenológico da brotação a floração, sendo maior a duração cronológica na altitude maior, São Joaquim. Tal resultado é explicado pelas baixas temperaturas observadas na região de maior altitude nos meses de setembro, outubro e novembro, o que acarreta em um prolongamento da fase de brotação até a floração.

Quando se compara as datas médias de colheita das variedades com aquelas obtidas por Mandelli et al. (2003) na Serra Gaúcha, constata-se o efeito da altitude elevada na duração do ciclo da videira. Em São Joaquim, houve um atraso de aproximadamente 60 dias na colheita de Merlot.

Segundo Brighenti; Bonin (2008), variedades de brotação precoce, quando cultivadas em zonas de altitude superior a 1000 metros do nível do mar, podem apresentar limitações devido à ocorrência de geadas tardias. Devido a isso, as variedades de brotação mais tardia seriam as mais recomendadas para a região de São Joaquim.

A duração térmica é um bom indicador de desenvolvimento das fases do ciclo da videira. Variedades de brotação precoce ou médio-precoce, como a Merlot, eventualmente estarão expostas ao risco de danos causados pela ocorrência de geadas tardias em locais de altitude elevada como São Joaquim. No outro extremo do ciclo, variedades com maturação tardia como Cabernet Sauvignon necessitam de maior acúmulo térmico no subperíodo “mudança de cor das bagas a maturidade” para atingir uma maturação das uvas de maneira adequada.

2.4 Conclusões

As temperaturas observadas ao longo do ciclo vegetativo e reprodutivo das variedades Cabernet Sauvignon e Merlot são, em média, 4°C mais elevadas em Campo Belo do Sul do que em São Joaquim, para o ciclo 2012/2013. A região de Campo Belo do Sul, devido suas temperaturas superiores, apresentou um ciclo vegetativo e reprodutivo mais curto, pois o acúmulo de energia foi maior quando comparado com São Joaquim, que devido sua altitude mais elevada, apresentou ciclo mais longo por apresentar temperaturas inferiores.

Verifica-se que na região de São Joaquim os ciclos das variedades Cabernet Sauvignon e Merlot iniciam a brotação em média 9 dias antes e a maturidade ocorre em média 44 dias depois de Campo Belo do Sul.

A região de Campo Belo do Sul, de menor altitude, apresenta um somatório térmico em torno de 40% maior que a região de São Joaquim, região de altitude mais elevada, devido a ocorrência de temperaturas mais elevadas.

De acordo com o Índice de Winkler, São Joaquim classifica-se para o ciclo 2012/2013 como Região I, enquanto Campo Belo do Sul como Região III. De acordo com o Índice de Huglin, São Joaquim é classificado como uma região fria e Campo Belo do Sul como uma região temperada.

Os resultados mostram que nas faixas de altitudes estudadas (950 e 1400 metros), as condições climáticas evidenciam boa disponibilidade térmica e, conseqüentemente, adequado desenvolvimento fenológico das variedades Cabernet Sauvignon e Merlot, demonstrando que Campo Belo do Sul e São Joaquim são regiões com grande potencial na produção de uva e vinhos com alta qualidade.

CAPÍTULO 3 – Comportamento fisiológico e Composição Físico-química da Uva para as Variedades Merlot e Cabernet Sauvignon de Campo Belo do Sul e São Joaquim - SC

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento fisiológico e a composição físico-química da uva, das variedades Merlot e Cabernet Sauvignon cultivadas em duas regiões de altitudes de Santa Catarina. Os locais de estudo foram Campo Belo do Sul (27°40'4"S, 50°44'48" O, altitude de 950 metros) e São Joaquim (28°16'30,08"S, 49°56'09,34"O, altitude de 1.400m), durante o ciclo produtivo 2012/2013. Os dados climáticos foram obtidos e analisados através de estações meteorológicas da Epagri/CIRAM. Foram avaliados os teores de clorofila das folhas, as trocas gasosas das plantas, os índices produtivos, a maturação tecnológica e fenólica das uvas. Os parâmetros climáticos avaliados foram adequados para um desenvolvimento satisfatório das variedades Merlot e Cabernet Sauvignon em ambas as altitudes avaliadas. Durante o período de maturação as temperaturas e as radiações global e fotossinteticamente ativa foram mais elevadas e menores volumes de precipitação foram os principais parâmetros climáticos que diferenciaram Campo Belo do Sul de São Joaquim na safra 2012/2013. As baixas temperaturas de São Joaquim no outono (março e abril) prolongaram o período de maturação da uva e foram responsáveis pelos maiores teores de acidez total titulável e pelas maiores concentrações de antocianinas e polifenóis totais de ambas as variedades. As videiras de ambas as variedades, cultivadas na região de menor altitude, apresentaram as maiores taxas de assimilação de CO₂, bem como maiores taxas de condutância estomática e de transpiração. De acordo com a relação produtividade:área foliar encontrada em Campo Belo do Sul e São Joaquim, pode-se afirmar que as mesmas são favoráveis para a produção de uvas de qualidade, porém as produtividades poderiam ser aumentadas sem prejuízo na qualidade das uvas produzidas. Graças a menor densidade de plantio, as videiras cultivadas em Campo Belo do Sul se encontram em maior equilíbrio.

Palavras Chave: *Vitis vinifera* L., regiões de altitude elevada, maturação da uva, trocas gasosas, clorofila, produtividade.

3.1 Introdução

A produção nacional de vinhos atingiu em 2012, em torno de 262,56 milhões de litros, sendo que deste montante aproximadamente 49,8 milhões de litros (em torno de 19%) foram produzidos de uvas viníferas (UVIBRA, 2013). O consumo médio *per capita* no Brasil é atualmente de 1,9 litros/ano, com previsão de expansão para 9 litros até 2025 (IBRAVIN, 2013).

O potencial climático destas regiões para a produção de variedades de *Vitis vinifera* L., vem sendo comprovado através de várias pesquisas (SILVA et al., 2008; FALCÃO et al., 2010; VIEIRA et al., 2011). Devido às temperaturas do ar nessas regiões serem mais amenas na fase de maturação (PANDOLFO et al., 2008), o ciclo vegetativo e reprodutivo da videira é mais extenso, acarretando brotações mais tardias, maturação das uvas mais lenta e completa para a produção de vinhos finos de qualidade (GRIS et al., 2010; BURIN et al., 2011; BORGHEZAN et al. 2011; MALINOVSKI, et al., 2012).

As condições climáticas apresentam forte influência sobre a videira em todas as fases de desenvolvimento fenológico (JONES et al., 2010). Diversos são os trabalhos que relacionam os parâmetros climáticos sobre a maturação e a qualidade das uvas (FALCÃO et al., 2010).

As regiões catarinenses de elevadas altitude (localizadas acima de 900 m ao nível do mar) situadas na Serra Catarinense a atividade vitivinícola são recentes, portanto, estudos precisam ser elaborados a fim de avaliar o desempenho das variedades viníferas.

Assim, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a comportamento fisiológico e a composição físico-química das uvas das variedades Cabernet Sauvignon e Merlot em duas regiões de altitude elevada do Estado de Santa Catarina, durante o ciclo 2012/2013.

3.2 Material e Métodos

3.2.1 Áreas Experimentais e Material Vegetal

Foram avaliadas duas unidades experimentais, em vinhedos situados em altitudes de 950 e 1400 metros no Estado de Santa Catarina. As variedades estudadas foram Merlot e Cabernet Sauvignon, durante o ciclo 2012/2013.

Em ambos os vinhedos cada unidade experimental foi composta por 60 plantas, previamente marcadas, com 4 repetições e cada uma

composta por 15 plantas, seguindo um delineamento experimental inteiramente casualizado.

Campo Belo do Sul

A unidade de Campo Belo do Sul, situa-se a 950 metros de altitude e localiza-se no Planalto Catarinense, com latitude 27°40'4''S., longitude 50°44'48''O. O vinhedo pertence à vinícola Abreu e Garcia, as variedades Merlot e Cabernet Sauvignon foram implantadas em 2006 com um espaçamento de 3,00 m entre linhas e 1,00 m entre plantas. As plantas são conduzidas em sistema espaldeira e enxertadas sobre Paulsen 1103.

São Joaquim

A unidade de São Joaquim, situa-se a 1400 metros de altitude e localiza-se na Serra Catarinense, com latitude 28°15'13''S., 49°56'09,34''O. O vinhedo pertence à Estação Experimental da EPAGRI - Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. As variedades Merlot e Cabernet Sauvignon foram implantadas em 2006 com um espaçamento de 3,00 entre linhas e 1,50 m entre plantas. As plantas são conduzidas em sistema espaldeira e enxertadas sobre Paulsen 1103.

3.2.2 Monitoramento Climático

O monitoramento climático foi realizado através dos dados obtidos das Estações Meteorológicas Automáticas Telemétricas da UFSC e Epagri/CIRAM, localizadas em cada um dos vinhedos de Campo Belo do Sul e São Joaquim. Os parâmetros climáticos avaliados foram: temperatura máxima, média e mínima (°C) do ar, umidade relativa do ar (%), precipitação pluviométrica (mm), radiação solar global - R_g ($W\ m^{-2}$) e radiação fotossinteticamente ativa - PAR ($\mu mol\ fótons\ m^{-2}\ s^{-1}$).

Os dados e informações foram processados na Epagri/CIRAM e dispostos em tabelas e textos acessíveis através de um Sistema de Informações (em base WEB-Epagri).

3.2.3 Avaliação da Maturação

Durante a maturação realizou-se o monitoramento da qualidade físico-química das uvas. As análises de maturação (tecnológica e

fenólica) foram realizadas no Laboratório de Morfogênese e Bioquímica Vegetal, localizado no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC.

As coletas das bagas foram realizadas quinzenalmente, seguindo um delineamento inteiramente casualizado em fileiras previamente marcadas. Para as avaliações quanto à maturação tecnológica foram coletados uma baga por cacho, tendo o cuidado de coletar aleatoriamente bagas de diferentes partes dos cachos, totalizando 300 bagas por coleta. Seguindo a metodologia descrita por Rizzon; Miele (2002), cada amostra foi dividida em 3 sub-amostras, contendo 100 bagas.

Para as análises da maturação fenólica, preparou-se um extrato metanólico das cascas das uvas, com 30 bagas em triplicata, totalizando 90 bagas.

3.2.3.1 Maturação Tecnológica

O acompanhamento da evolução da maturação tecnológica, através do teor de sólidos solúveis totais, acidez total e pH, foi realizado a partir do estágio fenológico de mudança de cor das bagas (considerado quando 50% das bagas mudaram de coloração) até a maturidade (colheita).

A maturação tecnológica foi realizada através do mosto, obtido com o esmagamento das bagas das uvas, determinando-se os Sólidos Solúveis Totais (°Brix), a Acidez Total Titulável (meq L⁻¹) e o pH de cada variedade, conforme as metodologias propostas por Rizzon; Miele (2002) e pelo Office International de la Vigne et du Vin (OIV, 2009).

Sólidos Solúveis Totais – SST (°Brix)

Realizada através da leitura direta com refratômetro digital de bancada (modelo Instrutherm – RTD – 45). O aparelho foi calibrado com água destilada e após o mosto foi distribuído sobre o prisma, sendo a leitura obtida diretamente em °Brix.

Acidez Total Titulável – ATT

Para a determinação foi utilizada a metodologia de titulação do OIV (2012), adicionando-se 5 ml de mosto, 75 ml de água destilada e 2 gotas de fenolftaleína (1%). Sob agitação, adiciona-se uma solução de hidróxido de sódio (NaOH 0,1 N) até a mudança na coloração.

pH

Foi avaliado através da leitura das amostras do mosto da uva em pHmetro de bancada (modelo MP 220 Metler – Toledo), calibrado com soluções tampão a pH 4,0 e pH 7,0.

3.2.3.2 Maturação Fenólica

As análises de antocianinas monoméricas totais (AMT) e polifenóis totais (IPT) foram realizadas em triplicatas. Para isso, foram utilizadas 90 bagas de uvas, sendo as cascas separadas da polpa que foram pesadas para a preparação do extrato. Pesou-se 10g de cascas, após as cascas foram imersas em 50 ml de metanol acidificado (1% de ácido clorídrico), o qual repousou durante 24 horas ao abrigo da luz (LEES; FRANCIS, 1972). Após esse período, os extratos das cascas foram filtrados com papel Whatman nº1, utilizando-se funil de Buchner, transferidos para frascos âmbar, mantidos sob fluxo de nitrogênio durante 30 segundos e posteriormente acondicionados em frascos âmbar a -18°C até a realização das análises. Estas análises foram realizadas por espectrofotometria UV-VIS (Hitachi U 2010, CA, USA).

Antocianinas Monoméricas Totais (AMT)

A quantificação de AMT foi realizada através do método de pH diferencial, seguindo a metodologia descrita por Giusti; Wrolstad (2001). A solução de extração foi diluída em um tampão pH 1,0 de Cloreto de Potássio (0,025 M) e em outro tampão pH 4,5 de Acetato de Sódio (0,4 M). Os mesmos permaneceram em repouso por quinze minutos, ao abrigo da luz. As leituras das absorbâncias para cada tampão foram realizadas nos comprimentos de onda de μ vis-max 520 e 700 nm utilizando espectrofotômetro (Shimadzu UV 1203). A amostra testemunha foi preparada com água destilada, realizando-se a leitura de μ vis-MAX em 420 nm.

Polifenóis Totais (PT)

Para a quantificação dos polifenóis totais (PT), utilizou-se a metodologia de Folin-Ciocalteu, descrita por Sigleton; Rossi (1965), através do método de Folin-Ciocalteu, com leituras de absorbância em 760 nm no espectrofotômetro (Shimadzu UV 1203), com leituras de absorbância em 760 nm. Adicionou-se 7,90 mL de água deionizada, 0,1 mL de amostra, 0,5 mL do reagente de Folin-Ciocalteu e após 3 minutos

adicionou-se 1,50 mL de carbonato de sódio 20%, mantendo-se no escuro por 2 horas. A curva de calibração foi preparada utilizando-se concentrações de ácido gálico, um polifenol de ocorrência natural, entre 0 e 100 μ g/0,1 mL. O cálculo foi realizado através da equação da reta obtida pela curva de calibração e o resultado foi expresso em mg de ácido gálico L^{-1} de extrato.

Segundo Oliveira (2010), para determinar o momento ideal da colheita há a necessidade de quantificar tanto a maturação tecnológica (SST, ATT e pH), quanto à maturação fenólica (antocianinas e polifenóis), pois estes são fundamentais para a elaboração de vinhos finos de qualidade.

3.2.4 Quantificação de fotossíntese e trocas gasosas

Para a quantificação da fotossíntese (A) foi utilizado um analisador de CO_2 por infravermelho (IRGA) modelo LI – 6400XTR, em circuito fechado, controlando as concentrações de CO_2 . Nas medições foram utilizadas seis folhas adultas, sadias e previamente escolhidas no terço mediano (6ª folha) do ramo de 6 diferentes plantas, em delineamento inteiramente casualizado. A concentração máxima de CO_2 na atmosfera (+/- 400 μ mol mol⁻¹) situa-se nos limites em que a resposta da fotossíntese é sempre linear para a videira (CHAVES, 1986; VRÁBL et al., 2009). Nesta avaliação a taxa de CO_2 foi fixada em 360 μ mol mol⁻¹ pois é um valor que se aproxima da concentração máxima de CO_2 encontrada na atmosfera, como foi descrito por este autor. As análises foram realizadas entre os horários de 08:00 às 16:00 horas, na maturidade das uvas (data da colheita) (REGINA, 1995). Para cada tratamento, foi obtido uma curva de resposta da assimilação de CO_2 em função da DFFF ajustada pela função hiperbólica $A = a + [(A_{max} \times DFFF) / (b + DFFF)]$, em que A_{max} é a taxa máxima de fotossíntese e a e b são coeficientes de ajuste da equação da fotossíntese em relação à Radiação Fotossinteticamente Ativa (PAR) utilizando-se valores 0, 50, 100, 500, 1000, 1500 e 2000 μ mol (fótons) m⁻²s⁻¹, conforme metodologia proposta por Mota (2007).

3.2.5 Análise dos teores foliares de clorofila

Na mudança de cor das bagas e na maturidade (colheita) foram coletadas 10 folhas aleatórias por tratamento para análise dos teores de clorofilas.

Para avaliação dos pigmentos foram utilizadas amostras de 100 mg de folhas sadias e completas, incubadas em banho-maria com 7 ml de dimetilsulfóxido (DMSO) por duas horas a 65°C, sem maceração. Após filtragem, o volume total foi corrigido para 10 ml e a densidade ótica foi analisada por meio de espectrofotometria (Pró-Análises V1600) a 648 nm e 665 nm para clorofila, conforme Wellburn (1994), utilizando-se o próprio DMSO como branco.

As análises foram realizadas no Laboratório de Morfogênese e Bioquímica Vegetal – LBVM, no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina – CCA/UFSC.

3.2.6 Área Foliar e Fotossíntese

A amostragem foi realizada, aleatoriamente, em cinco ramos por tratamento. Foi feita a contagem do número de folhas de cada ramo, e medida a nervura central de cada folha do ramo. A partir disso, a área foliar foi estimada através da avaliação dos comprimentos das nervuras das folhas pela equação que melhor representou as variedades, de acordo como descrito por Borghezan et al. (2010).

Um dos principais elementos relacionados ao estudo ecofisiológico das plantas é a área foliar. Fatores como distribuição de área foliar, densidade e sistema de condução, determinam a interceptação e distribuição de radiação solar em torno da planta e consequentemente da luz e microclima (KLEWER; DOKOOZLIAN, 2005).

3.2.7 Avaliações da Produtividade

Na maturidade das uvas, no ponto de colheita, foi definido a produtividade das plantas, a partir do número e o peso dos cachos (kg planta^{-1}) de 10 plantas de cada variedade, previamente selecionadas. A produtividade estimada (ton ha^{-1}) foi obtida a partir da densidade de plantas por hectare e da produção por planta. O índice de fertilidade ($\text{n}^\circ \text{cachos n}^\circ \text{ramos}^{-1}$) foi determinado a partir da divisão entre o número de cachos por planta e o número de ramos por planta.

O índice de Ravaz, relação entre o peso dos frutos produzidos e o peso do material podado, foi quantificado segundo metodologia descrita por Cus (2004), pesando o material podado e ramos eliminados de cada planta na realização da poda da safra seguinte, e relacionando-se esse peso com a produção de uvas. Esse índice é utilizado para determinar o equilíbrio e o vigor das plantas.

3.2.8 Análise Estatística

Os dados climáticos foram submetidos à estatística descritiva: média, desvio padrão e coeficiente de variação.

Os resultados quantitativos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), as médias comparadas pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade, através do Software Statística 7 - STATSOFT, 2007.

3.3 Resultados e Discussão

3.3.1 Variáveis climáticas

Na **Figura 3.3.1** observa-se o comportamento climático das regiões estudadas. Considerou-se o período de maturação a partir do estágio fenológico de mudança de cor das bagas até a maturidade (colheita).

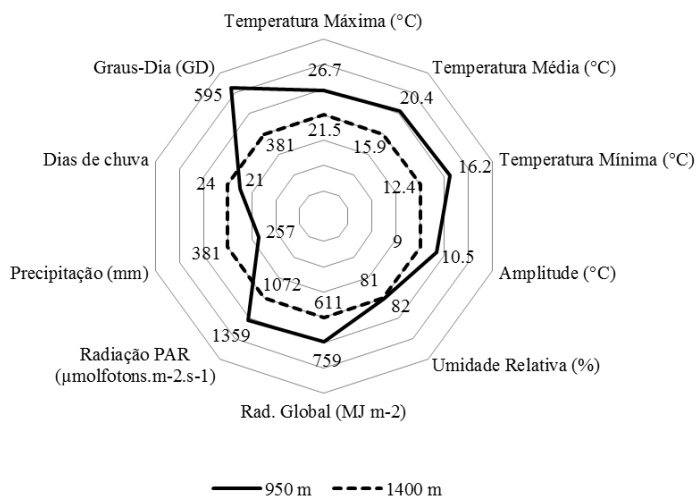


Figura 3.3.1 Variáveis climáticas observados em Campo Belo do Sul (950 m) e São Joaquim (1400 m) no subperíodo mudança de cor das bagas - maturidade, no ciclo 2012/2013. Tendo como base percentual os valores de São Joaquim (1400 m) para cada variável climática.

As temperaturas observadas no período de maturação das variedades Cabernet Sauvignon e Merlot foram, em média, 4,5°C mais elevadas em Campo Belo do Sul do que em São Joaquim (**Figura 3.3.1**). A amplitude térmica foi de 10,5°C para Campo Belo do Sul e 9°C para São Joaquim. A variedade Cabernet Sauvignon teve a duração da maturação de 70 dias em São Joaquim, em Campo Belo do Sul durou 34 dias. Para a variedade Merlot a duração da maturação foi de 68 dias em São Joaquim e 51 dias em Campo Belo do Sul.

As amplitudes térmicas observadas durante a maturação das variedades em ambas as altitudes foram semelhantes aos valores descritos por Brighenti; Tonietto (2004), Gris et al. (2010) e Borghezani et al. (2011), que relataram para a localidade de São Joaquim - SC uma amplitude térmica próxima a 10°C, sendo ideal para produção de uvas de qualidade (JACKSON, 2008). Os valores obtidos em ambas as regiões são inferiores aos observados no Chile (15,8°C) e próximos dos observados na Região de Bordeaux (10,5°C) durante o período de maturação (TONIETTO; CARBONNEAU, 2002). Devido ao perfil térmico anual de algumas regiões, a temperatura noturna no período de maturação pode ser tão baixa que ela minimiza a perda de carboidratos causados pelo crescimento noturno excessivo (FALCÃO et al., 2010).

As radiações solares Global - R_g ($W\ m^{-2}$) e Fotossinteticamente ativa - PAR ($\mu mol\ fotons.m^{-2}\ s^{-1}$), durante a maturação das variedades Merlot e Cabernet Sauvignon, no ciclo 2012/2013, em São Joaquim e Campo Belo do Sul, apresentaram comportamentos similares durante a maturação das uvas. Para as radiações R_g e PAR foram observadas os maiores valores em Campo Belo do Sul, com valor médio de 759 e 1359, respectivamente. São Joaquim apresentou 611 e 1072, para R_g e PAR, respectivamente (**Figura 3.3.1**).

A precipitação média foi de 257 mm e umidade relativa de 82% em Campo Belo do Sul e 381 mm e umidade relativa de 81% em São Joaquim. Em Campo Belo do Sul ocorreram 19 dias de chuva (37%) durante toda a maturação. Já em São Joaquim foram 28 dias de chuva (39%) (**Figura 3.3.1**). Normalmente, em locais onde ocorrem elevados índices de precipitação pluviométrica durante a maturação das uvas, ocorre estresse da planta para combater as doenças fúngicas, induzindo a produção dos compostos fenólicos e apresentando qualidade nos vinhos (VOGT et al., 1994; DOWNEY et al., 2006).

Durante o período de maturação das uvas é importante que a região não apresente precipitação pluviométrica muito elevada,

acarretando em danos na qualidade fitossanitária das bagas e maturação comprometida.

A região de Campo Belo do Sul, devido suas temperaturas superiores, apresentou um ciclo vegetativo mais curto, pois o acúmulo de energia foi maior quando comparado com São Joaquim, que devido sua altitude mais elevada, apresentou ciclo mais longo por apresentar temperaturas inferiores. A região de Campo Belo do Sul apresenta um somatório térmico em torno de 40% maior que a região de São Joaquim, devido a ocorrência de temperaturas mais elevadas (**Figura 3.3.1**).

Numerosos estudos foram conduzidos para determinar a interação entre o crescimento da videira e a temperatura. Tais estudos levaram a faixa de temperatura ideal está entre 25°C e 32°C (JACKSON, 2001). Qualquer temperatura abaixo dessa faixa ótima limita o crescimento vegetativo e temperaturas acima reduzem a taxa fotossintética da videira devido ao aumento da respiração.

Tabela 3.3.1-1 Datas da ocorrência do início da maturação (mudança de cor das bagas) e da maturidade (colheita) das variedades Cabernet Sauvignon e Merlot, nas regiões de Campo Belo do Sul (950 m de altitude) e São Joaquim (1400 m) – SC.

Variedade	Altitude (m)	Mudança de Cor das Bagas	Maturidade
Merlot	950	31/dez	20/fev
	1400	31/jan	09/abr
Cabernet Sauvignon	950	01/fev	07/mar
	1400	05/fev	16/abr

Na **Tabela 3.3.1-1** observou-se que a maturidade para as duas variedades avaliadas, Merlot (31/dez) e Cabernet Sauvignon (01/fev), na região de menor altitude é mais precoce que na região de maior altitude. Segundo Fregoni (2005), condições de temperaturas mais elevadas encurtam o ciclo e adiantam a maturação das plantas.

Devido as médias das temperaturas mensais na mudança de cor das bagas terem sido superiores em Campo Belo do Sul, ocorreu maior acúmulo térmico e, conseqüentemente, iniciando a maturação antecipadamente em relação à São Joaquim (1400 m).

Observou-se que o período de maturação, considerando o início da maturação (mudança de cor das bagas) até a maturidade (colheita), foi mais extenso na região de maior altitude, para ambas as variedades estudadas. A maturidade da variedade Merlot apresentou uma diferença de 40 dias entre as duas altitudes avaliadas e a variedade Cabernet Sauvignon (16/abr) diferença de 48 dias.

3.3.2 Avaliação da Maturação

3.3.2.1 Maturação Tecnológica

Sólidos Solúveis Totais (SST)

Nas **Figura 3.3.2.1** e Figura 3.3.2.2 observam-se as evoluções dos teores de sólidos solúveis totais – SST (°Brix) das variedades Merlot e Cabernet Sauvignon, cultivadas nas regiões de Campo Belo do Sul e São Joaquim – SC, durante o ciclo 2012/2013.

Para todas as duas regiões, observou-se o acúmulo gradual de açúcar durante toda a maturação, em Campo Belo do Sul, esse acúmulo ocorreu em um menor espaço de tempo. Na colheita, os teores de sólidos solúveis totais (SST) para a variedade Merlot foram de 21,6 e 19,0°Brix, em Campo Belo do Sul e São Joaquim, respectivamente. Para a variedade Cabernet Sauvignon os teores de SST foram 19,5°Brix em Campo Belo do Sul e 20,1°Brix em São Joaquim.

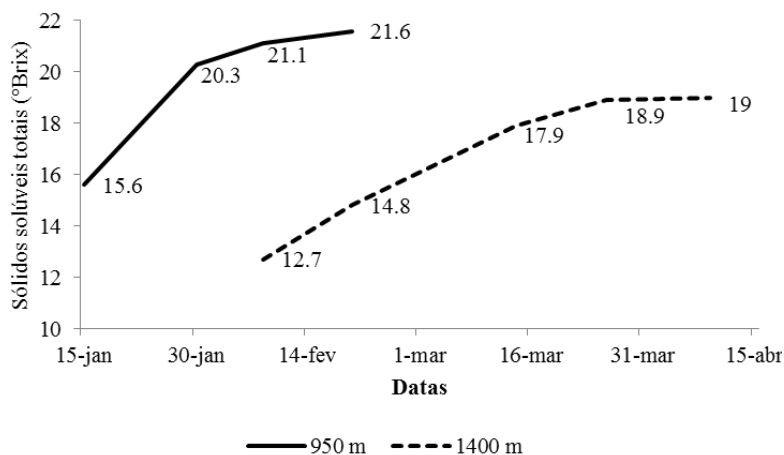


Figura 3.3.2.1 Evolução dos teores de sólidos solúveis totais – SST (°Brix) para a variedade Merlot, nas regiões de Campo Belo do Sul (950 m de altitude) e São Joaquim (1400 m) – SC, ciclo 2012/2013.

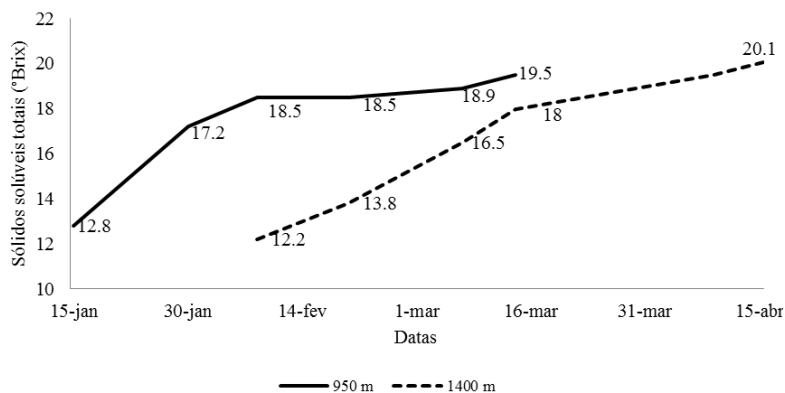


Figura 3.3.2.2 Evolução dos teores de sólidos solúveis totais – SST (°Brix) para a variedade Cabernet Sauvignon, nas regiões de Campo Belo do Sul (950 m de altitude) e São Joaquim (1400 m) – SC, ciclo 2012/2013.

Segundo Jackson; Lombard (1993) regiões com temperaturas mais altas, quase que invariavelmente, resultam em uvas com maiores teores de sólidos solúveis totais. O que foi observado em Campo Belo do Sul, que apresenta médias de temperaturas mais elevadas, devido sua menor altitude.

pH

Nas **Figuras 3.3.2.3 e 3.3.2.4** observam-se as evoluções do pH das variedades Merlot e Cabernet Sauvignon cultivadas nas regiões de Campo Belo do Sul e São Joaquim – SC, durante o ciclo 2012/2013. Observou-se que a medida que a maturação avançou, o pH das uvas de ambas as variedades aumentou.

Na colheita, os valores obtidos de pH para a variedade Merlot foram de 3,3 e 3,1 para Campo Belo do Sul e São Joaquim, respectivamente. Para a variedade Cabernet Sauvignon o valor de pH foi de 3,3 em Campo Belo do Sul e 3,3 em São Joaquim.

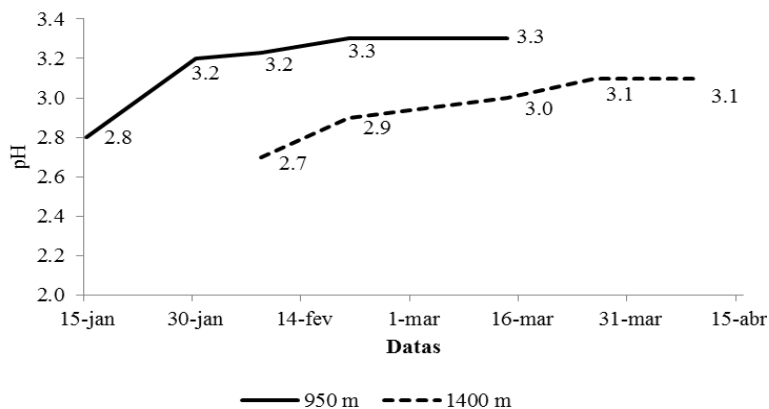


Figura 3.3.2.3 pH para a variedade Merlot, nas regiões de Campo Belo do Sul (950 m de altitude) e São Joaquim (1400 m) – SC, ciclo 2012/2013.

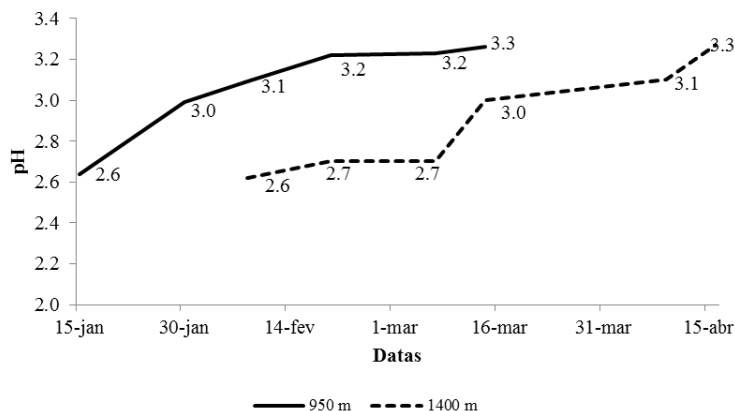


Figura 3.3.2.4 pH para a variedade Cabernet Sauvignon, nas regiões de Campo Belo do Sul (950 m de altitude) e São Joaquim (1400 m) – SC, ciclo 2012/2013.

De acordo com Fogaça et al. (2005), para vinhos finos, o pH do mosto deve estar entre 3,4 e 3,8. Segundo Rizzon; Miele (2002), valores abaixo de 3,30, não são recomendáveis para vinificação, pois podem interferir negativamente na qualidade do vinho. Segundo Jackson; Lombard (1993) um valor de pH acima de 3,6 pode causar problemas no vinho. Altos níveis de pH tendem a aumentar a atividade relativa de micro-organismos, como bactérias, e consequentemente, acarretar problemas com a intensidade de cor nos vinhos tintos e pode reduzir a capacidade de vinho a envelhecer.

Desta forma verifica-se que as uvas produzidas em Campo Belo do Sul obtiveram teores ideais para vinificação, porém a variedade Merlot produzida em São Joaquim apresentou valores de pH abaixo desta referência.

Acidez total titulável (ATT)

Na **Figura 3.3.2.3** observam-se as evoluções da acidez total titulável (ATT) das variedades Merlot e Cabernet Sauvignon cultivadas em Campo Belo do Sul e São Joaquim, durante o ciclo 2012/2013.

Verificou-se que a acidez total titulável (ATT) teve um comportamento decrescente ao longo da maturação para ambos os locais e as variedades estudadas. A variedade Merlot apresentou um

decréscimo da acidez total titulável maior em Campo Belo do Sul (80 meq L⁻¹) do que em São Joaquim (126 meq L⁻¹). O mesmo foi observado para a variedade Cabernet Sauvignon, que apresentou 106 meq L⁻¹ em Campo Belo do Sul e 130 meq L⁻¹ em São Joaquim.

Segundo Miele (1989), à medida que as concentrações de sólidos solúveis aumentam, a acidez total diminuiu. Isto é confirmado quando se observa os valores de SST e ATT. A tendência de diminuição progressiva da acidez é devido aos principais ácidos da uva, o málico e o tartárico (BORGOGNO et al., 1984). Os ácidos orgânicos estão entre os principais substratos de respiração da uva. Segundo Hashizume (1983) o teor de ácido málico diminui no amadurecimento porque se transforma em açúcar.

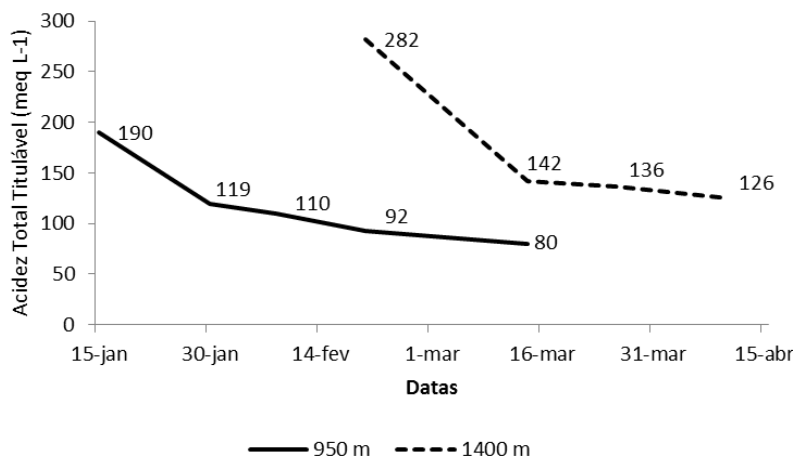


Figura 3.3.2.3 Evolução acidez total titulável - ATT (meq L⁻¹) para a variedade Merlot, nas regiões de Campo Belo do Sul (950 m de altitude) e São Joaquim (1400 m) – SC, ciclo 2012/2013.

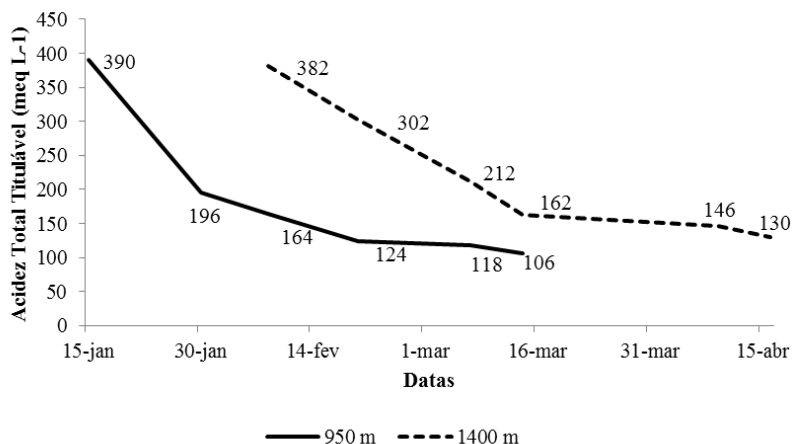


Figura 3.3.2.6 Evolução acidez total titulável - ATT (meq L⁻¹) para a variedade Cabernet Sauvignon, nas regiões de Campo Belo do Sul (950 m de altitude) e São Joaquim (1400 m) – SC, ciclo 2012/2013.

A maturação tecnológica das variedades Merlot e Cabernet Sauvignon, em ambos os locais avaliados, está de acordo com outros autores, tais como Borghezian (2011), Brighenti et al. (2011), Malinovski (2012), Gris (2011), Vitrac (2005).

3.3.2.2 Maturação Fenólica

Antocianinas Monoméricas Totais (AMT)

Nas **Figura 3.3.2.4** e **Figura 3.3.2.5** observam-se as evoluções dos teores de antocianinas monoméricas totais – AMT (mg L⁻¹ malvidina 3–glicosídeo) das variedades Merlot e Cabernet Sauvignon, respectivamente.

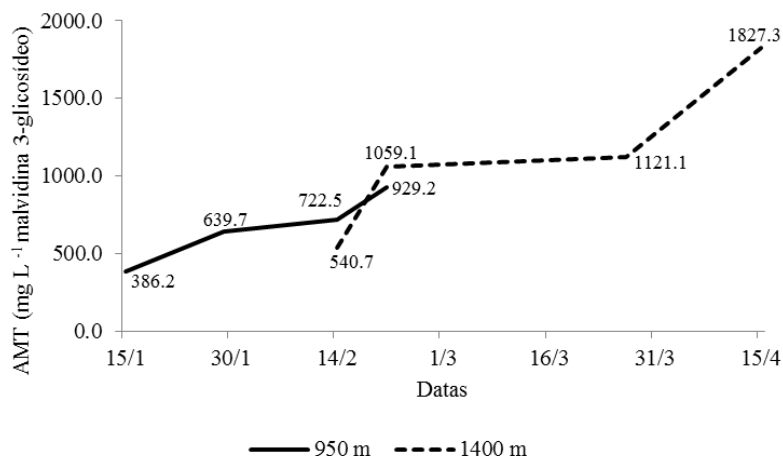


Figura 3.3.2.4 Evolução dos teores de Antocianinas monoméricas totais – AMT (mg L⁻¹ malvidina 3-glicosídeo) para a variedade Merlot, nas regiões de Campo Belo do Sul (950 m de altitude) e São Joaquim (1400 m) – SC, ciclo 2012/2013.

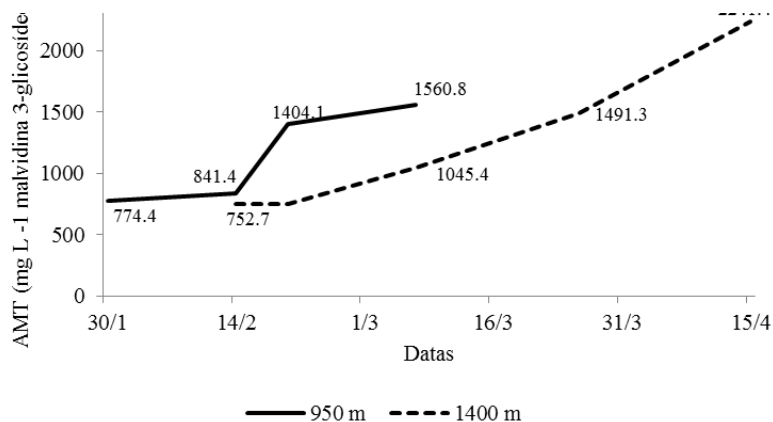


Figura 3.3.2.5 Evolução dos teores de Antocianinas monoméricas totais – AMT (mg L⁻¹ malvidina 3-glicosídeo) para a variedade Cabernet Sauvignon, nas regiões de Campo Belo do Sul (950 m de altitude) e São Joaquim (1400 m) – SC, ciclo 2012/2013.

A evolução dos teores de AMT ocorreu de forma lenta e gradual em São Joaquim, enquanto que em Campo Belo do Sul, a evolução ocorreu mais rapidamente. Maiores teores de AMT foram observados na região de maior altitude para ambas as variedades.

Os resultados observados na colheita da variedades Merlot para antocianinas monoméricas totais (AMT) foram de 929,2 e 1827,3 mg L⁻¹ malvidina 3 -glicosídeo para Campo Belo do Sul e São Joaquim, respectivamente. Para a variedade Cabernet Sauvignon as AMT foram de 1560,8 e 2241,4 mg L⁻¹ malvidina 3 -glicosídeo para Campo Belo do Sul e São Joaquim, respectivamente (**Figura 3.3.2.4** e **Figura 3.3.2.5**). Portanto as regiões são produtoras de uvas com altos teores de AMT, o que comprova o alto potencial para produção de vinhos finos de guarda. Os valores observados são superiores ou similares a de outras regiões, tais como para Cabernet Sauvignon em Paineira - SC relatado por Brighenti et al. (2008), com valores médios de AMT de 875,6 mg L⁻¹. Avaliações de Arrismendi (2003) na variedade Merlot, em Talca- Chile, resultaram em valores de AMT de 1.200 mg L⁻¹. Boido et al. (2003), com a variedade Tannat no Uruguai, encontraram teores de AMT de, aproximadamente, 1.250 mg L⁻¹ malvidina 3 -glicosídeo.

São Joaquim apresentou maior valor de antocianinas monoméricas totais (AMT) para ambas as variedades avaliadas. Muitos autores afirmam que a luminosidade ocasiona aumento na concentração de AMT nas uvas, no entanto, este composto é reduzido quando os cachos são submetidos a elevadas temperaturas (TARARA, et al., 2008). O que pode explicar os valores menores de AMT em Campo Belo do Sul (950 m), região com temperaturas mais altas.

Tarara et al. (2008) reforçam a existência de uma sinergia entre fatores como a radiação solar e a temperatura do fruto para a expressão do perfil e da concentração de antocianinas nas bagas da variedade Merlot. Observou-se que radiações solares elevadas influem a temperatura da baga (YAMANE; SHIBAYAMA, 2006; MORI et al., 2007, XU et al. 2011) e que esse fato pode ser o responsável pela redução nos compostos fenólicos na baga, especialmente das antocianinas.

As antocianinas são acumuladas durante a maturação das uvas, predominantemente na pele das bagas, o conteúdo é variável conforme a variedade, clima, solo e práticas agrícolas. No entanto, fatores genéticos determinam o perfil de antocianinas específico para cada variedade de uva (DIMITROVSKA et al., 2011).

Polifenóis Totais (PT)

Nas **Figura 3.3.2.6** e **Figura 3.3.2.7** observam-se as evoluções dos teores de polifenóis totais – PT (mg L⁻¹ de ác.gálico) das variedades Merlot e Cabernet Sauvignon, respectivamente.

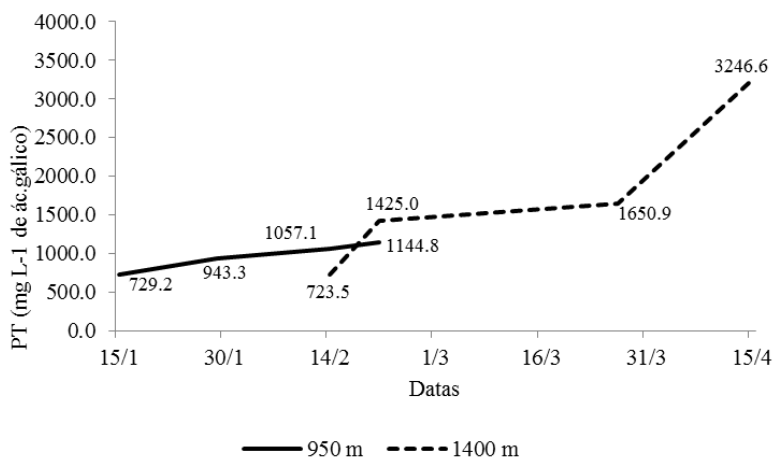


Figura 3.3.2.6 Evolução dos teores de Polifenóis totais – PT (mg L⁻¹ de ác.gálico) para a variedade Merlot, nas regiões de Campo Belo do Sul (950 m de altitude) e São Joaquim (1400 m) – SC, ciclo 2012/2013.

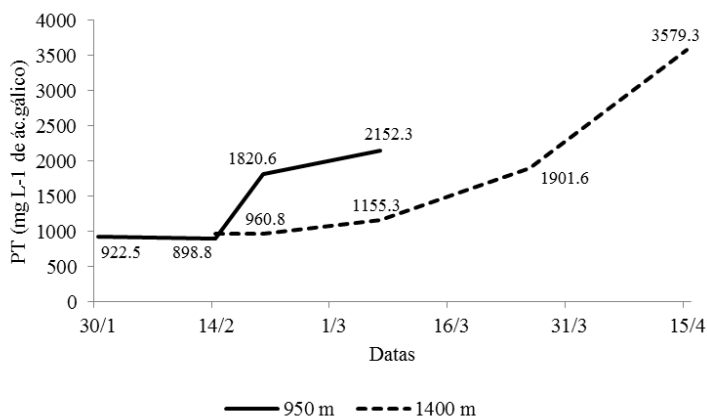


Figura 3.3.2.7 Evolução dos teores de Polifenóis totais – PT (mg L⁻¹ de ác.gálico) para a variedade Cabernet Sauvignon, nas regiões de Campo Belo do Sul (950 m de altitude) e São Joaquim (1400 m) – SC, ciclo 2012/2013.

Assim como ocorreu com a evolução dos teores de AMT, os polifenóis evoluíram de forma lenta gradual em São Joaquim, enquanto que em Campo Belo do Sul, a evolução ocorreu mais rapidamente e de forma mais abrupta. Maiores teores de Polifenóis Totais foram observados na região de altitude mais elevada, para ambas as variedades.

Os valores observados nesse trabalho foram de 1144,8 e 3246,6 mg L⁻¹ de ác.gálico para a variedade Merlot em Campo Belo do Sul e São Joaquim, respectivamente. Para a variedade Cabernet Sauvignon, os resultados de PT foram ainda mais elevados, sendo 2152,3 e 3579,3 6 mg L⁻¹ de ác.gálico para Campo Belo do Sul e São Joaquim, respectivamente. Estes são mais elevados do que aqueles encontrados por Pötter et al. (2008a) e Pötter et al. (2008b) que observaram para uva Cabernet Sauvignon na Campanha - RS teores de 1.283 e 1.073 mg ácido gálico/100g, respectivamente. Falcão et al. (2010) em estudo com a mesma variedade, em São Joaquim, apresentou valores médios de 1.003 mg ácido gálico/100g casca.

Tabela 3.3.2.2-1 Valores médios na colheita dos parâmetros da maturação tecnológica e fenólica para as variedades Merlot e Cabernet Sauvignon, nas regiões de Campo Belo do Sul (950 m de altitude) e São Joaquim (1400 m) – SC, ciclo 2012/2013.

Variedade	Altitude (m)	SST (°Brix)	pH	ATT (meq L ⁻¹)	AMT (mg L ⁻¹ malvidina 3 - glicosídeo)	PT (mg L ⁻¹ de ác.gálico)
Merlot	950	21.6 a	3.3 a	80 b	929.2 b	1144.8 b
	1400	19 b	3.1 b	126 a	1827.3 a	3246.6 a
	CV (%)	0.7	0.9	3.8	1.5	2.3
Cabernet Sauvignon	950	19.5 a	3.3 a	106 a	1560.8 b	2152.3 b
	1400	20.1 a	3.3 a	130 a	2241.4 a	3579.3 a
	CV (%)	2.5	1.7	12.9	1.8	1.2

Sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT), antocianinas monoméricas totais (AMT) e polifenóis totais (PT). DP (desvio padrão). CV (coeficiente de variação). *Médias seguidas por diferentes letras em uma mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

A variedade Merlot cultivada em Campo Belo do Sul produziu uvas com menores teores de acidez total titulável e maiores teores de sólidos solúveis totais e pH. Tais resultados são, sobretudo, influenciados pelas temperaturas mais elevadas na altitude de 950 metros. Tarara et al. (2008) comprovaram que o aumento da temperatura provoca um incremento da atividade respiratória da planta gerando um declínio na acidez total titulável atribuída à degradação de compostos ácidos da planta. A presença de tais compostos determina o pH do fruto, e um equilíbrio adequado entre as substâncias da baga influencia as propriedades tamponantes dos vinhos.

A variedade Cabernet Sauvignon não houve diferença estatística na maturação tecnológica das uvas produzidas em ambos os locais avaliados, embora tenha sido observada uma tendência de valores de acidez total titulável mais elevados na região de maior altitude (1400 metros). Na maturação fenólica, as uvas produzidas em São Joaquim apresentaram maiores teores de antocianinas monoméricas totais (AMT) e polifenóis totais (PT) (**Tabela 3.3.2.2-1**).

As temperaturas influenciam na evolução de diversos parâmetros qualitativos no desenvolvimento das uvas, entre eles os teores de açúcares, acidez, pH e compostos fenólicos (JACKSON; LOMBARD, 1993). Segundo Ubalde et al. (2010), durante a maturação das uvas, as temperaturas são de extrema importância, porque o acúmulo de antocianinas apresenta uma correlação negativa com as altas temperaturas e positiva com as baixas temperaturas.

Os valores de acidez titulável obtidos para as variedades avaliadas, variaram de 80 a 130 meq L⁻¹, sendo adequados para elaboração de vinhos. Gris et al. (2010), Borghezani et al. (2011) e Malinowski et al. (2012) também encontraram valores similares quando estudaram as variedades Merlot e Cabernet Sauvignon nas regiões de São Joaquim e Campo Belo do Sul - SC.

Devido o clima frio das regiões de maior altitude, como São Joaquim, a degradação dos ácidos é mais lenta e, como consequência, os teores de acidez total titulável (ATT) são mais elevados nas uvas e vinhos produzidos (BRIGHENTI et al., 2013). Essa situação foi observada em ambas as variedades estudadas em São Joaquim.

Segundo Kliewer (1977), as uvas apresentam boa coloração quando a amplitude térmica não ultrapassa 10°C e durante a maturação deve ser inferior a 15°C (MORI et al., 2005).

Nas uvas tintas a cor é parcialmente dependente da temperatura. Estudos sugerem que temperaturas muito frias ou muito quentes estão associadas com diminuição de cor. A faixa de temperatura ideal para a síntese de antocianina é a partir de 17°C a 26°C (JACKSON; LOMBARD, 1993). Acredita-se que os valores mais elevados de AMT obtidos em São Joaquim ocorram devido às baixas temperaturas. Porque quando as temperaturas são muito elevadas, vários processos metabólicos são reduzidos, inibindo a biossíntese para formação das antocianinas nas bagas, acarretando em pouca coloração nas cascas (MALINOVSKI, 2013).

Os polifenóis totais dependem de vários fatores, como a safra, o grau de maturação da uva, o status hídrico, a nutrição mineral, a época de colheita e a sanidade da uva (FREGONI, 1998). O clima exerce a maior influência sobre os polifenóis, por exemplo, sabe-se que temperatura e umidade estão intimamente relacionadas com a altitude, portanto, em altitudes elevadas as temperaturas são normalmente mais baixas, o que favorece o acúmulo de polifenóis totais (MATEUS et al., 2001).

Acredita-se que os maiores teores de polifenóis totais encontrados em São Joaquim estejam relacionados com as baixas temperaturas e com a precipitação mais elevada. Normalmente, em locais onde ocorrem elevados índices pluviométricos, há estresse da planta para combater, principalmente, as doenças fúngicas, induzindo a produção dos compostos fenólicos (VOGT et al., 1994; DOWNEY et al., 2006).

3.3.2.3 Área Foliar, Clorofila e Trocas Gasosas

Na **Tabela 3.3.2.3-1** observam-se as quantificações da área foliar, clorofila total no início (mudança de cor das bagas) e clorofila total na maturidade (colheita); observa-se também a taxa de assimilação de CO₂, condutância estomática e transpiração das plantas das variedades Merlot e Cabernet Sauvignon cultivadas em Campo Belo do Sul e São Joaquim, durante o ciclo 2012/2013.

A área foliar (m²), a assimilação de CO₂, a condutância estomática e a transpiração (μmol m⁻² s⁻¹) foram avaliadas no momento da colheita das variedades Merlot e Cabernet Sauvignon nas duas altitudes estudadas. Já os teores de clorofila total – início (μg mL⁻¹) foram avaliados na mudança de cor das bagas e clorofila total – colheita foram avaliadas na data da colheita.

Tabela 3.3.2.3-1 Área foliar (m^2), Clorofila Total ($\text{mg g Matéria Fresca}^{-1}$) no Início da maturação, Clorofila Total na Maturidade (Colheita) Total ($\mu\text{g mL}^{-1}$), a Taxa de assimilação de CO_2 ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), Condutância estomática ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e Transpiração ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), no momento da colheita, em folhas individuais de Merlot e Cabernet Sauvignon cultivadas em Campo Belo do Sul (950 m) e São Joaquim (1400 m), no ciclo 2012/2013.

Variedade	Altitude (m)	Área Foliar (m^2)	Clorofila Total - Início	Clorofila Total - Colheita	Assimilação de CO_2	Condutância	Transpiração
Merlot	950	5.5 a	3.6 a	3.2 a	19.1 a	0.15 a	3.1 a
	1400	4.4 b	2.7 b	1.3 b	9.5 b	0.07 b	1.8 b
	DP (\pm)	1.54	2.5	2.5	2.4	0.03	0.4
	CV (%)	28.2	8	10.9	17.2	25.8	18.8
Cabernet Sauvignon	950	4.4 a	2.8 a	2.2 a	18.3 a	0.17 a	4.2 a
	1400	4.5 a	2.7 a	1.4 b	9.9 b	0.11 b	1.7 b
	DP (\pm)	1.3	3.8	2.46	2.2	0.04	0.5
	CV (%)	29.1	13.7	13.5	15	25.5	17.4

*Médias seguidas por diferentes letras em uma mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0.05$).

A área foliar das plantas da variedade Merlot foi estatisticamente superior em Campo Belo Sul, para a variedade Cabernet Sauvignon não houve diferença estatística entre os dois locais avaliados (**Tabela 3.3.2.3-1**). Quando se divide a produtividade por planta pela área foliar, se encontram as seguintes relações: em Campo Belo do Sul as variedades Merlot e Cabernet Sauvignon apresentaram $0,5 \text{ Kg de uva m}^{-2}$ de área foliar. Em São Joaquim observou-se $0,3 \text{ Kg de uva m}^{-2}$ de área foliar para Merlot e $0,4 \text{ Kg de uva m}^{-2}$ de área foliar para Cabernet Sauvignon.

Segundo Kliewer; Dokoozlian (2005) na Califórnia/EUA verificaram para a videira um equilíbrio fisiológico com $0,8$ a $1,2 \text{ kg de uva por m}^2$ de área foliar. Enquanto que Intrieri; Filippeti (2000) recomendam para produção de vinhos de qualidade um índice entre $1,0$ a $1,5 \text{ kg de uva por m}^2$ de área foliar. Portanto, as relações entre produção de uvas e área foliar foram baixas para as variedades avaliadas nas duas faixas de altitudes.

A relação produtividade:área foliar foi criada baseada no conceito do equilíbrio da planta e considera a área foliar necessária para amadurecer determinada quantidade de uva. Diversos autores relatam que a relação ótima entre produtividade e área foliar é de $10 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$ a 15

$\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$ (INTRIERI; FILIPPETTI, 2000) ou $0,8 \text{ kg de uva m}^{-2}$ e $1,2 \text{ kg de uva m}^{-2}$ (KLIEWER; DOKOOZLIAN, 2005).

Essa situação permite afirmar que a relação produtividade:área foliar encontrada em Campo Belo do Sul e São Joaquim é favorável para a produção de uvas de qualidade, porém as produtividades poderiam ser aumentadas sem prejuízo na qualidade das uvas produzidas.

No início da maturação foram observados teores mais elevados de clorofila em folhas provenientes da variedade Merlot cultivada em Campo Belo do Sul, a qual apresentou $36,2 \mu\text{g mL}^{-1}$ e na colheita $31,7 \mu\text{g mL}^{-1}$. Para a variedade Cabernet não houve diferença estatística nos teores de clorofila entre as duas regiões, apenas na colheita houve diferença, com $22,4$ e $14,2 \mu\text{g mL}^{-1}$ para Campo Belo do Sul e São Joaquim, respectivamente (**Tabela 3.3.2.3-2**).

Villar et al. 2012 encontrou na variedade Cabernet Sauvignon valores de clorofila total entre $0,02$ a $1,87 \text{ mg g}^{-1}$ de matéria fresca e para a variedade Merlot foram observados valores de $0,03$ a $2,98 \text{ mg g}^{-1}$ de matéria fresca para a clorofila total.

Silva et al. (2012), durante o ciclo vegetativo 2011/2012 em plantas Sauvignon Blanc, Cabernet Sauvignon e Merlot cultivadas em São Joaquim – SC, encontrou valores de clorofila total entre $0,03$ a $1,55 \text{ mg g}^{-1}$ de matéria fresca (**Tabela 3.3.2.3-1**).

As trocas gasosas das plantas também foram afetadas pelo local onde elas eram cultivadas. As videiras de ambas as variedades cultivadas na região de menor altitude, em Campo Belo do Sul, apresentaram as maiores taxas de assimilação de CO_2 , bem como maiores taxas de condutância estomática e de transpiração no momento da colheita. Acredita-se que esses resultados estejam relacionados com as maiores temperaturas e radiações Rg e PAR registrados em Campo Belo do Sul. Pois em um trabalho anterior Sadras et al. (2009) observaram aumentos na transpiração, na condutância estomática e na fotossíntese de videiras cultivadas em ambiente controlado e submetidas a aumentos na temperatura.

As curvas das taxas fotossintéticas em função da densidade de fluxo de fótons fotossintéticos (RFA) estão apresentadas nas **Figuras 3.3.2.3.1** e **3.3.2.3.2**. Verificou-se que para ambas as variedades, ocorreram aumentos na taxa de assimilação de CO_2 até o ponto de saturação da radiação (próximo de $1000 \mu\text{mol fótons m}^{-2}\text{s}^{-1}$), a partir do qual a taxa não apresentou incremento.

A radiação solar fotossinteticamente ativa é um dos fatores ambientais mais importantes para o processo fotossintético das folhas, no presente trabalho com as variedades Cabernet Sauvignon e Merlot foi observado que a partir de 1000 μmol fótons $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ocorreu um pequeno incremento na taxa de assimilação de CO_2 das folhas, o qual se estabeleceu como o ponto de saturação, como também verificado por Greer; Weedon (2012) e Giorio; Nuzzo (2012). Para Mota et al. (2009) as taxas de assimilação máximas para a variedade Cabernet Sauvignon foram e 14,2 μmol de $\text{CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

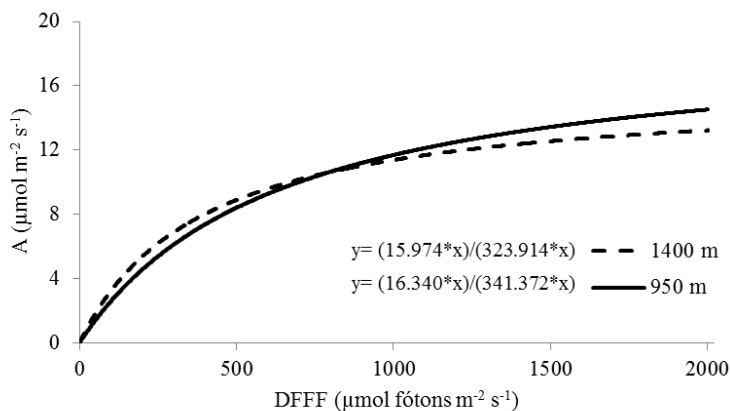


Figura 3.3.2.3.1 Curva de resposta das taxas fotossintéticas (A) em resposta densidade de fluxo de fótons fotossintéticos (DFFF μmol fótons $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$), em folhas individuais da videira (*Vitis vinifera* L.), variedade Merlot, durante a maturidade em duas faixas de altitude, Campo Belo do Sul (950 m) e São Joaquim (1400 m) – SC, ciclo 2012/2013.

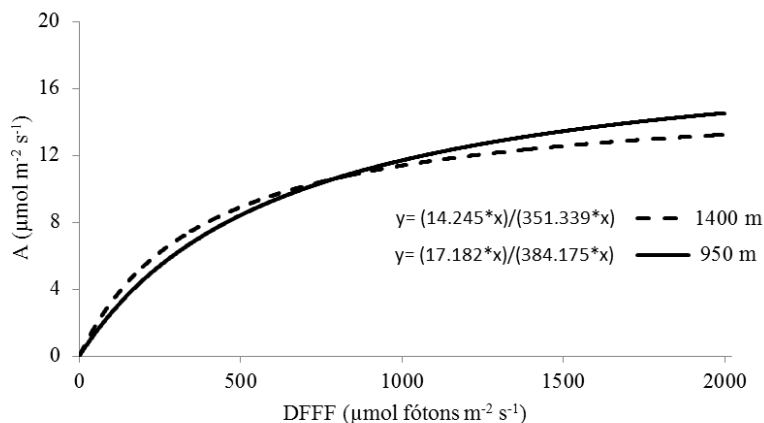


Figura 3.3.2.3.2 Curva de resposta das taxas fotossintéticas (A) em resposta densidade de fluxo de fótons fotossintéticos (DFFF $\mu\text{mol fótons m}^{-2}\text{s}^{-1}$), em folhas individuais da videira (*Vitis vinifera* L.), variedade Cabernet Sauvignon, durante a maturidade em duas faixas de altitude, Campo Belo do Sul (950 m) e São Joaquim (1400 m) – SC, ciclo 2012/2013.

Segundo Salamoni (2009) temperaturas altas encurtam o ciclo vegetativo da videira, antecipando a maturação. Pelo fato de que a síntese dos compostos de carbono é dependente das reservas acumuladas pela planta, através do processo fotossintético, e transferidas aos frutos nas fases de amadurecimento, o encurtamento do ciclo implica menor período de acúmulo, culminando com reservas energéticas mais baixas. Neste sentido, Tarara et al. (2008) comprovaram que o aumento da temperatura provoca um incremento da atividade respiratória da planta gerando um declínio na acidez total titulável (AMT) atribuída à degradação de compostos ácidos da planta. A presença de tais compostos determina o pH do fruto, e um equilíbrio adequado entre as substâncias da baga influencia as propriedades dos vinhos.

3.3.2.4 Avaliação da Produtividade

Na maturidade das uvas, no momento da colheita foram definidos a produtividade das plantas, a partir do número e o peso dos cachos (kg planta^{-1}) e a produtividade estimada (ton ha^{-1}) foi obtida a partir da

densidade de plantas por hectare e da produção por planta. O índice de fertilidade (n° cachos n° ramos $^{-1}$) foi determinado a partir da divisão entre o número de cachos por planta e o número de ramos por planta (**Tabela 3.3.2.4-1**).

Tabela 3.3.2.4-1 Índices de Produtividade para as variedades Merlot e Cabernet Sauvignon, nas regiões de Campo Belo do Sul (950 m de altitude) e São Joaquim (1400 m) – SC, ciclo 2012/2013.

Variedade	Altitude (m)	N $^{\circ}$ cachos	N $^{\circ}$ ramos	Índice de fertilidade	Produtividade (Kg planta $^{-1}$)	Produtividade (Ton ha $^{-1}$)	Peso médio cacho (g)	Peso de 50 bagas (g)	Índice de Ravaz
Merlot	950	21.8 a	21.3 a	1.02 a	3.2 a	10.6 a	188.6 a	97.6 b	4.7 a
	1400	11.2 b	13.6 b	0.8 b	1.5 b	4.8 b	160.4 b	105.4 a	1.6 b
	CV (%)	35.86	22.3	32	36.68	36.66	21.94	4.02	46.6
Cabernet Sauvignon	950	19 b	19.3 a	1 b	2.07 a	6.9 a	119.4 a	83.5 a	1.7 a
	1400	22.9 a	18.6 a	1.3 a	1.6 b	3.5 b	99.9 a	73.5 a	0.8 b
	CV (%)	31.3	21.2	26.9	35.9	32.4	60.3	8.5	29

*Médias seguidas por diferentes letras em uma mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Os resultados para a variedade Merlot, Campo Belo do Sul apresentou diferenças estatísticas para n° de cachos, n° ramos, produtividade Kg planta $^{-1}$ e Ton ha $^{-1}$, peso médio do cacho e índice de Ravaz. Porém para o índice de fertilidade e o peso de 50 bagas, foram estatisticamente superiores em São Joaquim.

Para a variedade Cabernet Sauvignon, Campo Belo do Sul apresentou diferença estatística para produtividade Kg planta $^{-1}$ e Ton ha $^{-1}$ e índice de Ravaz. Porém, o n° de cachos e o índice de fertilidade foram estatisticamente superiores em São Joaquim e adequados quando comparados com os dados de Borghezani et al. (2011) para as variedades Merlot e Cabernet Sauvignon, cultivadas em São Joaquim, com n° de cachos em média 12 e índice de fertilidade de 1,3. Não diferiram estatisticamente o n° de ramos, o peso médio do cacho e o peso de 50 bagas.

Mesmo com o índice de fertilidade e a produção de cachos inferior na variedade Cabernet Sauvignon, as plantas produzidas em Campo Belo do Sul apresentaram produtividades estatisticamente

superiores para ambas às variedades, com valores de 3,2 e 2,07 Kg planta⁻¹.

Acredita-se que tal situação possa ser explicada pelas diferentes densidades de plantio dos vinhedos, que interferiram na produtividade das plantas. Pois o vinhedo localizado em Campo Belo do Sul possui espaçamento de 3 m entre linhas e 1m entre plantas, resultando em 3.333 plantas ha⁻¹. Já em São Joaquim o vinhedo apresenta espaçamento maior, 3 m entre linhas e 1,5 m entre plantas, resultando em 2.222 plantas ha⁻¹. A menor densidade de plantas em São Joaquim possivelmente resulta em menores produtividades por hectare. Porém, em vinhedos com plantios de alta densidade o sombreamento pode se tornar um grande problema, assim como em vinhedos com videiras cultivadas em sistemas latada, a densidade do dossel excessivo produz intenso sombreamento mútuo (SMART, 1985).

O índice de Ravaz é utilizado como parâmetro para estabelecer o equilíbrio e o vigor das plantas. Para ambas as variedades avaliadas, o vinhedo localizado na menor altitude, Campo Belo do Sul, apresentou índice de Ravaz, de 4,7 para Merlot e 1,7 para Cabernet Sauvignon. Em São Joaquim os valores obtidos foram 1,6 para Merlot e 0,8 para Cabernet Sauvignon (**Tabela 3.3.2.4-1**). Os resultados estão de acordo com os índices de ravaz encontrados por Borghezán et al. (2011) para as variedades Merlot e Cabernet Sauvignon, cultivadas em São Joaquim, com 1,4 e 1,5, respectivamente.

Segundo Yuste (2005), o índice de Ravaz exerce influência clara sobre a videira, que se encontra em equilíbrio quando os valores estão entre 4 e 7. Índices maiores que 7 indicam excesso de produção de frutos, e os menores que 4 demonstram vigor excessivo da planta. Os resultados, portanto, sugerem que a variedade Merlot cultivada a 950 metros de altitude encontra-se em equilíbrio e a variedade Cabernet Sauvignon, há vigor excessivo. Já as variedades cultivadas na região de maior altitude, apresentaram baixas produtividades e alto vigor. Segundo Brighenti et al. (2011) esse efeito poderia ser minimizado aumentando a carga de frutos.

3.4 Conclusões

As variáveis climáticas acompanhadas no ciclo 2012/2013 foram adequados para as variedades Merlot e Cabernet Sauvignon em ambas as altitudes estudadas. Temperaturas e radiações global e fotossinteticamente ativa, mais elevadas e menores volumes de precipitação são os principais parâmetros climáticos que diferenciaram Campo Belo do Sul de São Joaquim.

As baixas temperaturas de São Joaquim prolongam o período de maturação das uvas e são responsáveis pelos maiores teores de acidez total titulável e pelas maiores concentrações de antocianinas e polifenóis nas cascas de ambas as variedades.

As videiras de ambas as variedades, cultivadas em Campo Belo do Sul, apresentaram as maiores taxas de assimilação de CO₂, bem como maiores taxas de condutância estomática e de transpiração. O mesmo foi observado para os teores de clorofila no estágio fenológico de maturidade (colheita) das uvas.

De acordo com a relação produtividade:área foliar encontrada em Campo Belo do Sul e São Joaquim, pode-se afirmar que a mesma é favorável para a produção de uvas de qualidade, porém as produtividades poderiam ser aumentadas sem prejuízo na qualidade das uvas produzidas.

Os resultados mostram que nas faixas de altitudes estudadas (900 e 1400 metros) o comportamento vegetativo e a maturação, das variedades Cabernet Sauvignon e Merlot foram adequados para a produção de vinhos finos. Confirmando o potencial dessas regiões na produção de uvas e vinhos de alta qualidade.

CAPÍTULO 4. Caracterização Fenólica e Avaliação de Antioxidantes dos Vinhos Das Variedades Merlot e Cabernet Sauvignon Cultivadas em Campo Belo do Sul e São Joaquim - SC

RESUMO

A atividade vitivinícola brasileira está em plena expansão, buscando a melhoria da qualidade de toda a cadeia produtiva e, principalmente, dos vinhos produzidos. Santa Catarina é um Estado brasileiro que vem se destacando recentemente no cenário nacional, principalmente em zonas de elevada altitude (acima de 900 metros) devido as condições edafoclimáticas particulares. Esse diferencial proporciona a produção de uvas de variedades de (*Vitis vinifera* L.) com adequada maturação tecnológica e fenólica destinadas à elaboração de vinhos finos de elevada qualidade. Os compostos fenólicos são responsáveis pelas principais propriedades qualitativas e organolépticas dos vinhos, como a cor, corpo e adstringência. Sua caracterização pode auxiliar na comprovação da tipicidade de vinhos regionais e potencialidade das zonas vitivinícolas. Assim, o objetivo do trabalho foi caracterizar o perfil fenólico e a capacidade antioxidante dos vinhos provenientes das variedades Merlot e Cabernet Sauvignon, produzidos nas regiões de altitude, Campo Belo do Sul (950 m) e São Joaquim (1400 m), na safra 2013. Os vinhos foram microvinificados e quantificados os teores de antocianinas monoméricas totais e polifenóis totais. Pelos métodos DPPH e ABTS foram analisados a atividade antioxidante *in vitro*. A composição fenólica foi determinada por cromatografia líquida de alta eficiência, sendo quantificados os principais compostos flavonóides (flavan-3-óis, flavonóis e antocianinas) e não-flavonóides (ácidos hidroxicinâmicos, hidroxibenzóicos e estilbenos). Os resultados comprovam que as regiões de altitude elevada estudadas apresentam um elevado potencial para a produção de vinhos finos aptos para o envelhecimento. Os vinhos produzidos na região de menor altitude, Campo Belo do Sul (950 m) destacaram-se pelo elevado teor de antocianinas monoméricas totais, com 295,9 e 588,5 mg L⁻¹ malvidina 3-glicosídeo, para Merlot e Cabernet Sauvignon, respectivamente, as quais são responsáveis pelo pigmento das uvas tintas e pelo potencial de guarda dos vinhos. Os vinhos produzidos em São Joaquim, região de altitude mais elevada (1400 m), destacaram-se quanto à atividade

antioxidante, com 5268,3 e 5243,1 $\mu\text{mol L}^{-1}$ de TEAC, para Merlot e Cabernet Sauvignon, respectivamente. Também os vinhos de São Joaquim apresentaram maiores teores das antocianinas quantificadas, flavonóis e *trans*-resveratrol, porém devido às baixas temperaturas, os vinhos também apresentam teores mais elevados de ácido málico. Os teores de *trans*-resveratrol quantificados em todos os vinhos avaliados foram maiores aos encontrados em algumas literaturas. Baseado nos resultados obtidos para polifenóis totais, catequina, epicatequina, ácidos hidroxibenzóicos e ácidos hidroxicinâmicos é possível afirmar que Campo Belo do Sul (950 m) possui maior aptidão para a produção de vinhos da variedade Merlot, enquanto São Joaquim possui maior aptidão para a produção de vinhos da variedade Cabernet Sauvignon. Portanto, os vinhos elaborados com as uvas produzidas nas duas regiões de altitude do Estado de Santa Catarina, apresentam “tipicidade” e qualidade.

Palavras-Chave: Vinhos de altitude. *Vitis vinifera* L.. Compostos fenólicos. Atividade antioxidante *in vitro*

4.1 Introdução

Os vinhos finos produzidos em Santa Catarina, nas regiões de altitudes superiores a 900 metros, vêm se destacando nacionalmente por sua elevada qualidade. Essas regiões tem apresentado características naturais para produção de uvas *Vitis vinifera* L.. Garantindo assim vinhos com intensa coloração, definição aromática e equilíbrio gustativo (ROSIER, 2006; GRIS et al., 2010).

Segundo Protas; Camargo (2011) a partir de meados de 2000, uma nova vitivinicultura começou a ser implantada no Estado de Santa Catarina, com a produção de vinhos finos. O potencial climático destas regiões para a produção de variedades de *Vitis vinifera* L., vem sendo comprovado através de diversas pesquisas (VITRAC et al., 2005; SILVA et al., 2008; GRIS et al., 2010; VIEIRA et al., 2011; MALINOVSKI et al., 2012).

Diferentes autores evidenciam que o ciclo fenológico de diversas variedades é mais extenso nessas regiões, em relação as demais zonas vitivinícolas do Brasil, devido as particularidades do clima, determinando uma maturação fenólica completa e altos teores de antocianinas e polifenóis (GRIS et al. (2010); BURIN et al. (2011); BORGHEZAN et al. (2011) e MALINOVSKI et al. (2012).

As propriedades qualitativas dos vinhos estão diretamente relacionadas com a composição fenólica das uvas (BONGHI et al., 2012). Os compostos fenólicos são originados predominantemente nas bagas das uvas e alguns dos processos químicos e bioquímicos durante a vinificação e envelhecimento. Os principais compostos fenólicos encontrados nas uvas e nos vinhos são não-flavonóides e flavonóides (GONZÁLEZ-NEVEZ et al., 2011; GUILFORD; PEZZUTO, 2011).

Os compostos não-flavonóides compreendem os ácidos fenólicos e seus derivados como os estilbenos, o qual pertence o resveratrol (GONZÁLEZ-NEVEZ et al., 2011). Os flavonóides mais comuns abrangem as antocianinas, os flavanóis e flavonóis. Esses compostos são responsáveis pelas características de cor e estrutura dos vinhos (DOWNEY et al., 2006).

A formação dos compostos fenólicos é influenciada por diversos fatores, tais como, variedade, fatores ambientais e climáticos (luz, temperatura, altitude, solo), grau de maturação das uvas, técnicas de vinificação e processos de envelhecimento (LACHMAN et al., 2007; LI et al., 2011).

A atividade antioxidante pode ser medida através do monitoramento da inibição da oxidação de um substrato sensível. Os métodos mais utilizados para avaliar a capacidade antioxidante incluem a capacidade de absorbância do radical oxigênio (ORAC), poder de redução como FRAP, poder em sequestrar radicais livres como teste de ABTS (ácido 2,2-azinobis-(3-etilbenzotiazolina)-6-ácido sulfônico), e DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazila).

O objetivo deste trabalho foi caracterizar o perfil fenólico e a atividade antioxidante *in vitro* dos vinhos provenientes das variedades Merlot e Cabernet Sauvignon produzidas nas regiões de altitude, Campo Belo do Sul a 950 metros e São Joaquim a 1400 metros, na safra 2013.

4.2 Material e Métodos

4.2.1 Áreas Experimentais e Material Vegetal

Os vinhos avaliados foram elaborados a partir das uvas das variedades Merlot e Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L.), produzidas na safra 2013, em Campo Belo do Sul e São Joaquim - SC.

Campo Belo do Sul

A unidade de Campo Belo do Sul, situa-se a 950 metros de altitude e localiza-se no Planalto Catarinense, com latitude 27°40'4"S., longitude 50°44'48"W. O vinhedo pertence à vinícola Abreu e Garcia, as variedades Merlot e Cabernet Sauvignon foram implantadas em 2006 com um espaçamento de 3,00 m entre linhas e 1,00 m entre plantas. As plantas são conduzidas em sistema espaldeira e enxertadas sobre Paulsen 1103.

São Joaquim

A unidade de São Joaquim, situa-se a 1400 metros de altitude e localiza-se na Serra Catarinense, com latitude 28°15'13"S., longitude 49°57'02"W. O vinhedo pertence à Estação Experimental da EPAGRI - Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. As variedades Merlot e Cabernet Sauvignon foram implantadas em 2006 com um espaçamento de 3,00 entre linhas e 1,50 m entre plantas. As plantas são conduzidas em sistema espaldeira e enxertadas sobre Paulsen 1103.

4.2.2 Microvinificações

Os vinhos foram elaborados com 30 Kg de uva de cada variedade. As microvinificações foram realizadas nos locais de produção das uvas, seguindo os mesmos padrões e a mesma metodologia.

As variedades Merlot e Cabernet Sauvignon cultivadas em São Joaquim, a 1400 metros de altitude, foram microvinificadas no Laboratório de Enoquímica e Microvinificação da Estação Experimental da EPAGRI.

As uvas cultivadas no vinhedo de menor altitude, Campo Belo do Sul a 950 metros, foram microvinificadas na cantina da vinícola Abreu e Garcia, mesmo local de produção das uvas.

Para as microvinificações, primeiramente as uvas permaneceram 12 horas em câmara fria, após as bagas foram separadas da ráquis e esmagadas com uma desengaçadeira-esmagadeira. Posteriormente, o mosto produzido foi separado das partes sólidas e colocado em recipientes de vidro, de 20 litros, adaptados com uma válvula de Müller, nos quais foram adicionados metabissulfito de potássio ($50 \text{ mg L}^{-1} \text{ SO}_2$), e leveduras secas ativas (*Saccharomyces cerevisiae*) de $0,20 \text{ g L}^{-1}$ (na proporção de $20 \text{ g } 100 \text{ kg}^{-1}$). A maceração foi de aproximadamente treze dias, com duas remontagens diárias. Após, as cascas foram retiradas e prensadas e a fermentação alcoólica lenta ocorreu em uma sala com temperatura de $24 \pm 1^\circ \text{C}$, por aproximadamente 10 dias. Após a separação da borra e a fermentação malolática, os vinhos permaneceram cerca de 20 dias em uma temperatura de 1°C para a estabilização. Ao final, os vinhos foram sulfitados com $50 \text{ mg L}^{-1} \text{ SO}_2$ e em seguida engarrafados. Após o engarrafamento, os vinhos foram mantidos a 10°C até o momento das análises. As amostras dos vinhos Merlot e Cabernet Sauvignon provenientes de Campo Belo do Sul (950 m) e São Joaquim (1400), proveniente da safra 2013 foram analisadas após 2 meses de guarda em garrafa.

4.2.3 Análises Espectrofotométricas

As análises espectrofotométricas de antocianinas monoméricas totais e polifenóis totais dos vinhos Merlot e Cabernet Sauvignon foram realizadas no Laboratório de Bioquímica de Alimentos do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos – CAL, da Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC.

As análises espectrofotométricas foram realizadas em espectrofotômetro UV-Vis (Hitachi U 2010, CA, USA). Todas as análises foram realizadas em triplicata.

Antocianinas Monoméricas Totais

As antocianinas monoméricas totais (AMT) foram quantificadas através do método de pH diferencial descrito por Giusti; Wrolstad (2001). As análises foram realizadas adicionando-se as amostras em dois tampões, tampão de cloreto de potássio (pH 1,0) e tampão acetato de sódio (pH 4,5). Os valores de absorbância foram medidos no comprimento de onda de máxima absorção e a 700 nm. Os resultados foram expressos em malvidina-3-glicosídeo mg L⁻¹.

Polifenóis Totais

O conteúdo de polifenóis totais (PT) das amostras de vinhos foi determinado através da metodologia do reagente Folin-Cicalteu, descrito por Singleton; Rossi (1965), através de reação colorimétrica e leitura da absorbância em 760 nm. Os resultados foram expressos em mg L⁻¹ de ácido gálico.

Atividade Antioxidante *in vitro*

A atividade antioxidante foi avaliada em espectrofotômetro UV-Vis (Hitachi U 2010, CA, USA) através dos métodos de determinação *in vitro*: ABTS (ácido 2,2-azinobis-(3-etilbenzotiazolina)-6-ácido sulfônico) de sequestro de radicais livres e DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil). As análises foram desenvolvidas no Laboratório de Bioquímica de Alimentos do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos – CAL, da Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC.

Método ABTS

A atividade antioxidante pelo método ABTS (ácido 2,2-azino-bis 3-etilbenzolin-6-ácido sulfônico) foi realizada conforme descrito por Re et al. (1999). Esse método avalia o poder de sequestro de radicais livres pelos vinhos através de reação com o radical ABTS.

A leitura espectrofotométrica do radical ABTS foi realizada em 754 nm (tempo inicial) e após 6 minutos de reação sob abrigo da luz realizou-se nova leitura em 754 nm (tempo final). Os resultados foram expressos em equivalente ao Trolox (μmol L⁻¹ de TEAC).

Método DPPH

O método DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil) será realizado de acordo com Kim et al. (2002). Este método avalia o poder de sequestro dos compostos antioxidantes presentes na amostra de vinho do radical DPPH. Foi medida a absorbância inicial do radical DPPH em 517 nm (tempo inicial) e a amostra foi adicionada e homogeneizada. Após 30 minutos ao abrigo da luz foi realizada a segunda leitura (tempo final). Os resultados foram expressos em equivalente ao Trolox ($\mu\text{mol L}^{-1}$ de TEAC).

O DPPH é um radical livre solúvel em solução alcoólica, enquanto que o radical ABTS é solúvel também em água. Portanto o radical DPPH somente pode ser dissolvido em meio orgânico, especialmente etanol, enquanto que o radical ABTS pode ser dissolvido em meio aquoso e orgânico (GÜLÇİN, 2010).

4.2.4 Análises Cromatográficas

As análises cromatográficas foram realizadas dos vinhos Merlot e Cabernet Sauvignon no Laboratório de Bioquímica de Alimentos do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos – CAL, da Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC.

As análises foram realizadas em cromatógrafo líquido de alta eficiência (CLAE – DAD) marca (Shimadzu - Kyoto, Japão), equipado com degaseificador a vácuo (DGU-14A), bomba quaternária (LC-10AT), detector UV-Vis (DAD - SPD-M20A) e com injetor manual (Rheodyne) com capacidade de 20 μL . Para controlar o sistema de gradiente, detector UV-Vis e aquisição dos dados foi utilizado o software LC-Solution e comunicador (CBM-20A). Para separação cromatográfica foi utilizado coluna de fase reversa (4,6 mm x 250 mm, 5 μm de tamanho de partícula - Shimadzu CLC-ODS(M), Kyoto, Japão). Uma coluna de guarda (4,6 mm x 12,5 mm - Shimadzu G-ODS(4), Kyoto, Japão) foi utilizada para proteção da coluna analítica.

Ácidos Orgânicos

Para a determinação dos ácidos orgânicos, os vinhos foram diluídos e filtrados em membrana PTFE 0,45 μm com 13 cm de diâmetro (Millipore, Bedford, MA) e injetadas no sistema cromatográfico.

A separação cromatográfica dos ácidos orgânicos (L-)-málico, L-(+)-tartárico, láctico, cítrico e succínico foi realizada de acordo com

Escobal et al. (1998). A fase móvel foi constituída de água acidificada com ácido fosfórico 0,1% (A) e metanol (B). O sistema de eluição utilizou gradiente de 0-5% solvente B em 10 min, 5-30% B em 20 min, 30-40% B em 30 min, 50-0% em 35 min, e os últimos 5 min para acondicionamento da coluna.

A identificação e quantificação dos ácidos orgânicos foram realizadas por comparação dos tempos de retenção com os respectivos padrões e através de curva de calibração externa ($0,5 - 10 \text{ g L}^{-1}$).

Compostos Fenólicos

A quantificação dos compostos fenólicos (miricetina, quercetina, campferol, *trans*-resveratrol, catequina, epicatequina, ácidos *p*-cumárico, cafeico, ferúlico, caftárico e tirosol) foi realizada de acordo com Ferreira-Lima et al. (2013).

Os compostos hidroxibenzóicos (ácidos gálico, elágico, siríngico, vanílico e protocatéico) foram separados e quantificados através do método de Burin et al. (2011).

As antocianinas glicosiladas (malvidina 3-glicosídeo, delphinidina 3-glicosídeo, peonidina 3-glicosídeo e cianidina 3-glicosídeo) foram separadas e quantificadas de acordo com método proposto por Revilla et al. (1999).

A identificação e quantificação dos compostos fenólicos flavonóides e não flavonóides foi realizada por comparação dos tempos de retenção dos respectivos padrões e através de curva de calibração externa ($0,01 - 200 \text{ mg L}^{-1}$).

4.2.5 Análise Estatística

Os dados foram avaliados usando o programa Statistica v. 7.0 para análise de variância (ANOVA), e teste Tukey, com nível de significância de 5% de probabilidade.

4.3 Resultados e Discussão

4.3.1 Análises Espectrofotométricas

Tabela 4.3.1-1 apresenta os resultados das análises realizadas em espectrofotômetro de antocianinas monoméricas totais, polifenóis totais e atividade antioxidante (métodos DPPH e ABTS), dos vinhos produzidos com as uvas Merlot e Cabernet Sauvignon cultivadas em Campo Belo do Sul e São Joaquim, na safra 2013.

Tabela 4.3.1-1 Conteúdo de antocianinas monoméricas totais (AMT), polifenóis totais (PT) e atividade antioxidante (métodos DPPH e ABTS) dos vinhos das variedades Merlot e Cabernet Sauvignon, cultivadas em Campo Belo do Sul (950 m) e São Joaquim (1400 m) na safra 2013.

Variáveis Espectrofotométricas	Merlot			Cabernet Sauvignon		
	950 m	1400 m	CV(%)	950 m	1400 m	CV(%)
AMT (mg L ⁻¹ malvidina 3-glicosídeo)	295,9 a	159,3 b	0,26	588,5 a	150 b	1,0
PT (mg L ⁻¹ de ác.gálico)	1502,8 b	2011,1 a	0,33	2259,3 a	1861,8 b	1,7
At. Ant. DPPH (μmol L ⁻¹ de TEAC)	4925,8 b	5268,3 a	0,23	5108,1 b	5243,1 a	0,1
At. Ant. ABTS (μmol L ⁻¹ de TEAC)	5364,7 a	5386,2 a	0,36	5225,2 b	5362,8 a	0,7

Antocianinas monoméricas totais (AMT), polifenóis totais (PT), atividade antioxidante (DPPH) e atividade antioxidante (ABTS). *Médias seguidas por diferentes letras em uma mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey (p < 0,05). DP (desvio padrão). CV (coeficiente de variação).

Observou-se que em Campo Belo do Sul os vinhos Merlot e Cabernet Sauvignon apresentaram teores de antocianinas monoméricas totais estatisticamente superiores, com valores de 588,5 e 295,9 mg L⁻¹ malvidina 3-glicosídeo para Cabernet Sauvignon e Merlot, respectivamente. Resultados semelhantes foram observados por Malinovski (2009) para os vinhos produzidos na região de Campo Belo do Sul no ciclo 2007/2008, demonstrando alto potencial para a produção de vinhos finos de guarda. Tais resultados podem estar relacionados

com a radiação fotossinteticamente ativa (PAR) mais elevada observada em Campo Belo do Sul e temperaturas ótimas para a síntese de AMT, dentro da faixa de temperatura ideal a partir de 17°C a 26°C (JACKSON; LOMBARD, 1993).

Gris (2010), em estudo com variedades viníferas encontrou teores de antocianinas totais de 19,75 a 27,96 mg L⁻¹, sendo inferiores aos descritos neste trabalho. Ainda, Sanna et al. (2008), em estudos com 13 vinhos tintos, relataram teores de antocianinas monoméricas totais entre 10 e 182 mg L⁻¹, dependendo os resultados da variedade, qualidade da uva, técnicas de vinificação e tempo em garrafa.

Diversos autores afirmam que a luminosidade ocasiona aumento na concentração de antocianinas monoméricas totais nas uvas (LEEWEN et al., 2004; RISTIC et al., 2007). Ou seja, as taxas de radiação solar mais elevada registradas em Campo Belo do Sul tiveram um efeito positivo na concentração de antocianinas totais dos vinhos de ambas as variedades.

Os vinhos Cabernet Sauvignon proveniente de Campo Belo do Sul (950 m) e Merlot produzido em São Joaquim (1400 m) apresentaram o de teor de polifenóis totais estatisticamente mais elevados, com 2259,3 e 2011,1 mg L⁻¹ ácido gálico.

Os teores de polifenóis totais encontrados nos vinhos provenientes das regiões de estudo estão dentro de uma escala semelhante aos com resultados encontrados por outros autores, segundo Villaño et al. (2004), ao pesquisarem 42 vinhos espanhóis encontraram conteúdo de polifenóis totais para os vinhos tintos de 1262 a 2389 mg L⁻¹ ácido gálico.

Os polifenóis totais dependem de vários fatores, como a safra, o grau de maturação da uva, o status hídrico, a nutrição mineral, a época de colheita e a sanidade da uva (FREGONI, 2005). Dentre os fatores ambientais, o clima exerce a maior influência (GUILLOUX, 1981; TIAN et al., 2009), como sabe-se que temperatura e umidade estão intimamente relacionadas com a altitude; normalmente, quanto mais elevadas, menor é a temperatura e a umidade o que favorece o acúmulo de polifenóis totais (MATEUS et al., 2001).

Os vinhos produzidos em São Joaquim apresentaram a maior atividade antioxidante *in vitro* avaliada pelos métodos DPPH e ABTS, porém os valores obtidos em ambos os locais podem ser considerados elevados (**Tabela 4.3.1-2**). O que confirma o potencial dos vinhos da região para a saúde humana. Seu consumo moderado pode inibir a

agregação de plaquetas (GRYGLEWSKI et al., 1987), impedir a oxidação das lipoproteínas de baixa densidade (LDL humana) (FRANKEL et al., 1993) e diminuir os processos inflamatórios e cancerígenos (TAPIERO et al., 2002).

Estudos anteriores relataram que flavan-3-óis são a principal fração fenólica com mais potente atividade antioxidante nos vinhos (VILLANO et al., 2006; ARNOUS et al., 2001). Embora alguns autores tenham relatado forte atividade antioxidante de antocianinas e boa correlação entre a concentração de antocianinas e os antioxidantes (ICHIKAWA et al., 2001; VILJANEN et al., 2005; RIVERO-PÉREZ et al., 2008).

4.3.2 Análises Cromatográficas

4.3.2.1 Ácidos Orgânicos

Na

Tabela 4.3.2.1-1 observam-se os ácidos orgânicos avaliados dos vinhos das variedades Merlot e Cabernet Sauvignon, cultivadas em Campo Belo do Sul e São Joaquim, na safra 2013.

Tabela 4.3.2.1-1 Conteúdo de ácidos orgânicos dos vinhos das variedades Merlot e Cabernet Sauvignon, cultivadas em Campo Belo do Sul (950 m) e São Joaquim (1400 m) na safra 2013.

Ácidos Orgânicos (g L ⁻¹)	Merlot			Cabernet Sauvignon		
	950 m	1400 m	CV(%)	950 m	1400 m	CV(%)
Ácido L(+)-Tartárico	5,5 a	5,4 b	0,16	5,1 b	5,5 a	0,4
Ácido L(-) Málico	2,7 b	3,5 a	1,08	5,3 b	5,8 a	1,03
Ácido Lático	1,2 b	5,5 a	0,74	3,7 a	3,1 b	1,08
Ácido Succínico	5,6 a	3,8 b	2,03	3,9 a	3,4 b	1,33

*Médias seguidas por diferentes letras em uma mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). CV (coeficiente de variação).

Os ácidos orgânicos contribuem para a cor, aroma, gosto, influenciam as características sensoriais e a estabilidade microbiológica e química dos vinhos (JACKSON, 2008). São provenientes da uva (tartárico, málico e cítrico) e dos processos de fermentação alcoólica (lático e succínico). Os ácidos tartárico e málico são os componentes mais abundantes da acidez total e correspondem a percentuais de 70 a 80% (RADLER, 1993).

O vinho da variedade Merlot produzido em Campo Belo do Sul (950 m) apresentou teores mais elevados dos ácidos tartárico e succínico de 5,5 e 5,6 g L⁻¹. Já o vinho da variedade Cabernet Sauvignon apresentou maiores teores de ácido lático e succínico, com 3,7 e 3,9 g L⁻¹.

A presença do ácido succínico nos vinhos avaliados é característica do metabolismo secundário das leveduras, e apresenta-se em maior concentração nos vinhos produzidos em Campo Belo do Sul, o que influencia positivamente nas características sensoriais dos vinhos, acentuando o gosto (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006).

O vinho da variedade Merlot produzido em São Joaquim apresentou teores mais elevados de ácido lático e málico, de 5,5 e 3,5 g L⁻¹. Já o vinho da variedade Cabernet Sauvignon apresentou teores mais elevados de ácido tartárico e málico, de 5,5 e 5,8 g L⁻¹.

Os ácidos tartárico e málico são os principais ácidos orgânicos encontrados em uvas e vinhos, e são responsáveis pelos baixos valores de pH destes produtos. O valor destes ácidos nos vinhos pode variar de acordo com a variedade de uva, local de produção, estágio de maturação e técnicas de vinificação (JACKSON, 2008).

As concentrações de ácido tartárico se mantêm relativamente estáveis ao longo da maturação da uva, enquanto as concentrações de ácido málico diminuem durante a maturação (DELCOURT et al., 1995). A redução nos teores de ácido málico depende principalmente da temperatura (REYNOLDS et al., 1996; SMITH et al., 1988), logo, as temperaturas mais baixas registradas em São Joaquim (1400 m) contribuíram para a menor degradação do ácido málico das uvas e consequentemente do vinho produzido nesse local.

4.3.2.2 Compostos fenólicos: Flavonóides

A **Tabela 4.3.2.2-1** apresenta o conteúdo dos flavan-3-óis, flavonóis e antocianinas dos vinhos produzidos com as uvas das variedades Merlot e Cabernet Sauvignon, cultivadas em Campo Belo do Sul e São Joaquim, na safra 2013.

Tabela 4.3.2.2-1 Conteúdo de compostos Flavan-3-óis, Flavonóis e Antocianinas dos vinhos das variedades Merlot e Cabernet Sauvignon, cultivadas em Campo Belo do Sul (950 m) e São Joaquim (1400 m) na safra 2013.

Compostos fenólicos (mg L ⁻¹)	Merlot			Cabernet Sauvignon		
	950 m	1400 m	CV(%)	950 m	1400 m	CV(%)
<i>Flavan-3-óis</i>						
Catequina	25,5 b	32,5 a	4,8	25,1 a	23,4 b	4,7
Epicatequina	5,8 a	3,7 b	1,2	3,5 b	4,6 a	0,5
<i>Flavonóis</i>						
Mirecetina	4,4 b	6,3 a	0,4	10,3 b	14,3 a	0,4
Quercetina	7,4 b	10,2 a	0,5	3,4 b	18,4 a	0,3
Campferol	0,8 b	1,3 a	1,0	1,7 a	1,5 b	0,3
<i>Antocianinas</i>						
Delfinidina	4,8 b	14,9 a	1,3	3,2 b	28,6 a	1,2
Cianidina	4,3 b	11,05 a	0,3	2,3 b	15,6 a	1,3
Peonidina	3,05 b	4,6 a	0,2	2,06 b	8,3 a	0,5
Malvidina	54,02 b	157,5 a	0,2	49,2 b	174,9 a	0,2

*Médias seguidas por diferentes letras em uma mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). CV (coeficiente de variação).

Os vinhos produzidos em Campos Belo do Sul apresentaram teores estatisticamente mais elevados de catequina na variedade Cabernet Sauvignon, com 25,1 mg L⁻¹ e epicatequina na variedade Merlot, com 5,8 mg L⁻¹. Já os vinhos produzidos em São Joaquim (1400 m) apresentaram teores estatisticamente superiores de catequina nos vinhos de Merlot, com 32,5 mg L⁻¹ e epicatequina nos vinhos de Cabernet Sauvignon, com 4,6 mg L⁻¹.

Os flavan-3-óis, representados principalmente por catequina e epicatequina, são importantes, pois conferem adstringência aos vinhos (DOWNEY et al., 2003). Os resultados obtidos estão de acordo com outros autores, porque catequina e epicatequina são os principais flavan-3-óis encontrados nas cascas e nas sementes das uvas (CHIRA et al., 2009; MATTIVI et al., 2009) e, conseqüentemente, nos vinhos.

Gris et al. (2011) observaram que os vinhos de Cabernet Sauvignon produzidos em São Joaquim, apresentaram teores de catequina entre 13,72 e 20,38 e epicatequina entre 4,07 e 11,14 mg L⁻¹. Os resultados obtidos neste trabalho apresentaram valores superiores para catequina.

A maturação da uva está relacionada com a composição dos flavan-3-óis do vinho. Observou-se nas variedades Tinto Cão e Cabernet Sauvignon que os teores de catequina nos vinhos diminuía à medida que a maturação da uva avançava, enquanto os teores de epicatequina aumentavam (PÉREZ-MAGARINO; GONZALEZ-SAN JOSE, 2004). Com base nos teores de catequinas obtidos, é possível afirmar que a variedade Merlot produzida em Campo Belo do Sul (950 m) se encontrava em um estágio de maturação mais avançado que do que a produzida em São Joaquim (1400 m). Enquanto que para a variedade Cabernet Sauvignon ocorreu o contrário.

Os atributos sensoriais do vinho foram examinados para a variedade Cabernet Sauvignon submetida a diferentes produtividades. Amargor e adstringência estão associados com altos teores de flavan-3-óis, que por sua vez foram encontrados em vinhos originados de plantas com baixas produtividades (CHAPMAN et al., 2004).

Dos flavonóis avaliados, mirecetina, quercetina e campferol, nas amostras dos vinhos analisados, os principais flavonóis presentes nas amostras de vinho foram a quercetina e a miricetina, como verificado por outros autores (MATTIVI et al., 2006).

Os flavonóis são compostos importantes na qualidade dos vinhos, pois contribuem no amargor e na cor, estabilizando as antocianinas (PUÉRTOLAS et al., 2010). Os teores dos compostos flavonóis, mirecetina, quercetina e campferol, foram estatisticamente superiores na amostra de vinho Merlot produzido em São Joaquim. No vinho Cabernet Sauvignon, do mesmo local, os teores de mirecetina e quercetina também foram estatisticamente superiores. Apenas o Campferol apresentou teores estatisticamente mais elevados na amostra de vinho

Cabernet Sauvignon produzido em Campo Belo do Sul (**Tabela 4.3.2.2-2**).

Na fase de maturação das uvas, os cachos mais expostos ao sol podem conter até dez vezes mais teores de flavonóis que os cachos sombreados, o que se deve ao aumento da concentração de 3-glicosídeo de quercetina, campferol e miricetina (SPAYD et al., 2002).

As vias biossintéticas envolvidas na produção de flavonóides nos tecidos vegetais são influenciadas por muitos fatores climáticos como a exposição solar, temperatura e exposição à radiação UV (CANTOS et al., 2000; SPAYD et al., 2002).

Dentre os fatores climáticos associados com a biossíntese de flavonóides, estudos relatam que a irradiação pela luz UVB deve estar associada com o aumento na concentração da enzima responsável pela biossíntese dos flavonóides, sendo que estes protegem o material genético das plantas contra danos provocados pelos raios ultravioletas (KOLOUCHOVÁ-HANZLÍKOVÁ et al., 2004).

De acordo com os resultados obtidos neste trabalho, é possível afirmar que as taxas de radiação global e PAR registradas 1400 m de altitude, inferiores àquelas registradas a 950 m, são suficientes para promover o acúmulo de flavonóis na uva e consequentemente nos vinhos.

Quanto ao teor de antocianinas quantificadas, delfinidina, cianidina, peonidina e malvidina, observaram-se valores estatisticamente superiores para os vinhos de ambas as variedades produzidos em São Joaquim (**Tabela 4.3.2.2-3**), tais resultados indicam maior potencial de envelhecimento em garrafa para esses vinhos (GRIS, 2010).

Em relação ao conteúdo das antocianinas, em todos os vinhos avaliados, a malvidina-3-glucosídeo foi predominante, sendo esta a antocianina majoritária em uvas e vinhos tintos de variedades de *Vitis vinifera* L. (MANGANI et al., 2011). Verifica-se que normalmente o conteúdo de antocianinas apresenta maiores concentrações nos vinhos mais jovens em relação aos vinhos mais velhos (MALINOVSKI, 2013).

A exposição dos frutos à radiação solar também interfere no acúmulo de antocianinas, Ristic et al. (2007) relataram que uvas cultivadas em ambientes com menos radiação possuem maiores teores de peonidina e cianidina. Tais resultados vão ao encontro do que foi obtido nesse trabalho, visto que os maiores teores dessas substâncias

foram encontrados nos vinhos produzidos em São Joaquim, onde a radiação solar é menor.

As variações nos teores de antocianinas entre os vinhos produzidos em São Joaquim (1400 m) podem estar relacionadas com os fatores ambientais dos locais de produção da uva, que influenciam na atividade enzimática, atuando na síntese das antocianinas durante a maturação das uvas e, conseqüentemente, dos vinhos (JACKSON; LOMBARD, 1993). Dentre os fatores ambientais destacam-se as baixas temperaturas. Porque quando as temperaturas são muito elevadas, vários processos metabólicos são reduzidos, inibindo a biossíntese para formação das antocianinas nas bagas, acarretando em pouca coloração nas cascas (MALINOVSKI, 2013).

O efeito da altitude na baga da uva, desenvolvimento e composição, foi examinado na Espanha com variedades *Vitis vinifera* L. e observou-se um aumento no teor de antocianinas com o aumento da altitude (MATEUS et al. 2002). Em contraste, os flavan-3-óis e o teor total de proantocianidinas na pele das bagas diminuiu com o aumento da altitude (MATEUS et al. 2001). No entanto, é pouco provável que estes resultados são estritamente efeitos da altitude, mas sim os efeitos de diferentes condições climáticas em cada local avaliado, com os locais mais elevados de altitude mais frio do que os locais mais baixos (DOWNEY et al., 2006).

4.3.2.3 Compostos fenólicos: não Flavonóides

Os resultados da quantificação dos ácidos hidroxibenzóicos, hidroxicinâmicos, *trans*-resveratrol e tirosol nas amostras de vinhos são apresentados na **Tabela 4.3.2.3-1**.

Tabela 4.3.2.3-1 Conteúdo de ácidos hidroxibenzóicos, hidroxicinâmicos, trans-resveratrol e tirosol dos vinhos das variedades Merlot e Cabernet Sauvignon, cultivadas em Campo Belo do Sul (950 m) e São Joaquim (1400 m) na safra 2013.

Compostos fenólicos (mg L ⁻¹)	Merlot			Cabernet Sauvignon		
	950 m	1400 m	CV(%)	950 m	1400 m	CV(%)
<i>Ácidos Hidroxibenzóicos</i>						
Gálico	17,3 a	16,1 b	0,4	19,3 b	24,5 a	19,3
Protocateico	4,9 b	7,3 a	0,2	4,6 b	8,4 a	1,3
Vanílico	8,8 a	3,8 b	0,4	3,4 b	6,4 a	0,9
Siríngico	2,3 a	1,3 b	0,4	3,1 a	3,0 a	0,4
<i>Ácidos Hidroxicinâmicos</i>						
<i>trans</i> -caftárico	32,5 a	31,6 b	0,2	1,2 b	17,5 a	1,0
<i>p</i> -cumárico	6,4 a	5,9 b	0,4	2,7 b	4,7 a	0,2
Ferúlico	1,6 a	0,6 b	1,0	2,3 a	1,7 b	0,5
<i>Outros</i>						
<i>trans</i> -resveratrol	7,7 b	11,2 a	0,4	5,7 b	8,7 a	1,00
Tirosol	16,3 b	22,4 a	1,08	46,6 a	19,1 b	0,2

*Médias seguidas por diferentes letras em uma mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey (p < 0,05). CV (coeficiente de variação).

Os ácidos hidroxibenzóicos e hidroxicinâmicos são fenóis simples encontrados nas cascas e na polpa das uvas. O principal ácido hidroxibenzóico presente no vinho tinto é o ácido gálico, que é formado principalmente pela hidrólise de flavonóides galatos. Em vinhos envelhecidos em carvalho verificam-se, normalmente, níveis elevados de derivados do ácido hidroxibenzóico, principalmente de ácido elágico (CARTONI et al., 1991).

As maiores concentrações do ácido gálico foram obtidas nos vinhos de Merlot produzido em Campo Belo do Sul e Cabernet Sauvignon produzido em São Joaquim, com valores de 17,3 e 24,5 mg L⁻¹, respectivamente. Segundo Di Stefano et al. (1990) as sementes de uvas são fonte de ácido gálico do vinho.

Os vinhos da variedade Merlot produzidos em Campo Belo do Sul (950 m) apresentaram teores mais elevados dos ácidos vanílico e siríngico, com valores de 8,8 e 2,3 mg L⁻¹. Os maiores teores de *trans*-caftárico e *p*-cumárico foram obtidos nos vinhos Merlot produzidos em Campo Belo do Sul, com 32,5 e 6,4 mg L⁻¹ e Cabernet Sauvignon

produzidos em São Joaquim, com 17, 5 mg L⁻¹ de *trans*-caftárico e 4,7 mg L⁻¹ de *p*-cumárico foram obtidos em Campo Belo do Sul (950 m) para ambas as variedades.

Vinhos com os maiores teores de ácido ferúlico foram obtidos em Campo Belo do Sul para ambas as variedades.

O teor de ácidos hidroxicinâmicos é importante na composição de vinhos, devido, sobretudo, sua habilidade de reagir com antocianinas e consequentemente estabilizar a cor dos vinhos (GRIS et al., 2007). Eles também são importantes em estudos enológicos, pois contribuem para os atributos sensoriais como amargor, adstringência, flavour e cor (ANDRADE et al., 2001).

A quantificação destes ácidos estão de acordo com Li et al. (2011), esses autores com a variedade Cabernet Sauvignon em diferentes locais da China descreveram teores totais de ácidos hidroxicinâmicos entre 4,18 a 20,86 mg L⁻¹, sugerindo que as características do *terroir* afetam a qualidade da uva e consequentemente os vinhos.

Observou-se maior teor de *trans*-resveratrol nos vinhos Merlot e Cabernet Sauvignon produzidos em São Joaquim, com 11,2 e 8,7 mg L⁻¹, respectivamente. O conteúdo de resveratrol pode variar de acordo com a variedade da uva, fatores climáticos e práticas culturais (MORENO et al., 2008; GONZÁLEZ-NEVEZ et al., 2011). Nos vinhos os teores de resveratrol podem ser influenciados pelas técnicas de vinificação, como tempo de maceração e também durante o envelhecimento (STERVBO et al., 2007). Esse composto apresenta atividade antioxidante na saúde humana, bem como na inibição da oxidação do LDL (low-density lipoprotein) (GRIS et al., 2011).

Vitrac et al. (2005) avaliando diferentes tipos de vinhos tintos brasileiros, relataram teores de *trans*-resveratrol entre 2 e 5,34 mg L⁻¹, sendo os maiores teores para a variedade Merlot. Enquanto outros autores encontraram valores de *trans*-resveratrol para a variedade Cabernet Sauvignon de 1,9 mg L⁻¹ na Austrália, 1,07 mg L⁻¹ na Califórnia, 3,09 mg L⁻¹ na Europa Central, 2,14 mg L⁻¹ na Itália e 1,78 mg L⁻¹ na África do Sul (MATTIVI, 1993; GOLDBERG et al., 1996; DE VILLIERS et al., 2005 e YOO et al., 2011).

Nos vinhos avaliados no presente trabalho observou-se maiores teores quantificados de *trans*-resveratrol, destacando-se o vinho Merlot produzido em São Joaquim (1400 m) com um valor de 11,2 mg L⁻¹ e Cabernet Sauvignon, do mesmo local, com 8,7 mg L⁻¹.

Os teores de tirosol foram superiores nos vinhos Merlot produzido em São Joaquim e Cabernet Sauvignon produzido em Campo Belo do Sul, com valores de 22,4 e 46,6 mg L⁻¹. O tirosol em vinhos é resultado do metabolismo secundário das leveduras durante a fermentação (JACKSON, 2008). Alguns estudos afirmam que o tirosol é um importante agente antioxidante, devido a capacidade de captura de radicais livres (BERTELLI et al., 2009; COVAS et al., 2003).

A caracterização química dos compostos fenólicos de vinhos é importante por diversas razões entre elas: pode ajudar na avaliação da autenticidade de produtos regionais, na predição de propriedades sensoriais dos vinhos e na avaliação a estabilidade oxidativa de vinhos (MATTIVI et al., 2002; CHIRA et al., 2009). Além disso, os compostos fenólicos são usados como marcadores do processamento tecnológico de vinificação e da idade de vinhos (RIBÉREAU-GAYON et al, 2006).

4.4 Conclusões

Os resultados comprovam que as regiões estudadas, nas duas faixas de altitude, apresentam um elevado potencial para a produção de vinhos finos aptos para o envelhecimento.

Os vinhos produzidos na região de Campo Belo do Sul (950 m), na safra 2013, possuem elevado teor de antocianinas monoméricas totais, as quais são responsáveis pelo pigmento das uvas tintas e pelo potencial de guarda dos vinhos. Os vinhos produzidos em São Joaquim (1400 m) destacaram-se quanto à atividade antioxidante, pelos teores das antocianinas quantificadas, flavonóis e *trans*-resveratrol, porém devido às baixas temperaturas, os vinhos também apresentam teores mais elevados de ácido málico.

Os teores de *trans*-resveratrol quantificados em todos os vinhos avaliados foram maiores aos encontrados em literaturas.

Baseado nos resultados obtidos para polifenóis totais, catequina, epicatequina, ácidos hidroxibenzóicos e ácidos hidroxicinâmicos é possível afirmar que Campo Belo do Sul (950 m) possui maior aptidão para a produção de vinhos da variedade Merlot, enquanto São Joaquim possui maior aptidão para a produção de vinhos da variedade Cabernet Sauvignon, para o ciclo 2012/2013.

Assim, os vinhos elaborados com as uvas produzidas das regiões de altitude do Estado de Santa Catarina, na safra 2013, apresentam “tipicidade” nas concentrações dos compostos fenólicos, devido, sobretudo, as condições diversas edafoclimáticas e também ao manejo e cultivo das variedades, produzem vinhos distintos e com características locais.

CONCLUSÕES FINAIS

Durante o período de realização das pesquisas, foi possível observar que as regiões de altitude do Estado de Santa Catarina, Campo Belo do Sul a 950 metros e São Joaquim a 1400 metros apresentam características climáticas favoráveis para o cultivo das variedades Merlot e Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L.), resultando em um adequado comportamento viti-enológico das variedades.

Contudo, os fatores climáticos desempenham um papel fundamental na fisiologia das plantas, na qualidade da uva e do vinho das variedades Merlot e Cabernet Sauvignon.

As temperaturas mais elevadas e a maior disponibilidade de radiação solar de Campo Belo do Sul resultaram em plantas com ciclo mais curto e maior acúmulo térmico. Tais fatores climáticos ainda resultaram no maior potencial fotossintético e maiores teores de clorofila no período de maturação da uva, como consequência, as plantas apresentaram maior potencial produtivo.

As temperaturas, em média 5°C, inferiores de São Joaquim causaram o prolongamento do ciclo vegetativo, a maturação mais lenta das uvas e maiores teores de acidez total titulável no momento da colheita.

A altitude elevada, aliada as baixas temperaturas de São Joaquim, influenciaram de maneira positiva no acúmulo de antocianinas e polifenóis totais das uvas.

Os resultados comprovam que as regiões de altitude elevada estudadas apresentam um elevado potencial para a produção de vinhos finos aptos para o envelhecimento.

Os vinhos produzidos em Campo Belo do Sul destacaram-se pela elevada concentração de antocianinas monoméricas totais, enquanto que os vinhos produzidos em São Joaquim destacaram-se pelos elevados teores de *trans*-resveratrol e elevada atividade antioxidante *in vitro*.

Baseado no perfil fenólico dos vinhos da safra 2013 é possível afirmar que Campo Belo do Sul possui maior aptidão para a produção de vinhos da variedade Merlot, enquanto São Joaquim possui maior aptidão para a produção de vinhos da variedade Cabernet Sauvignon.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, D. O. Phenolics and ripening in grape berries. **American Journal of Enology and Viticulture**, 57, 249-256, 2006.

ANDRADE, P. B.; OLIVEIRA, B. M.; SEABRA, R. M.; FERRIERA, M. A.; FERRERES, F. GARCIA-VIGUERA, C. Analysis of phenolic compounds in spanish Albarino and portuguese Alvarinho and Loureiro wines by capillary zone electrophoresis and high performance liquid chromatography. **Electrophoresis**, v.22, p.1568–1572, 2001.

ARNOUS, A.; MARKIS, D.P.; KEFALAS, P. Effect of principal polyphenolic components in relation to antioxidant characteristics of aged red wines. **J. Agric. Food Agric.**, v.49, p.5736–5742, 2001.

ARRISMENDI, P. R. G. **Efecto de distintos estados de madurez fenolica sobre la calidad final del vinho tinto para los cultivares Merlot y Carmenere durante la temporada 2001-2001**. Tesis de Grado. 2003. 57 f. Talca: Universidad de Talca Facultad de Ciencias Agrárias, Chile, 2003.

BACK, A. J.; DELLA BRUNA, E.; VIEIRA, H. J. Tendências climáticas e produção de uva na região dos Vales da Uva Goethe. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.47, n.4, p.497-504, 2012.

BAILLOD, M.; BAGGIOLINI, M. O Estado Vegetativo da Vinha. **Revista Suíça de Viticultura**, v. 25, n. 1, p. 7-9, 1993.

BECKER, H. White grape varieties for cool climate. **In:** International Symposium on Cool Climate Viticulture and Enology (B. A. Heather bell, P. B. Lombard, F. W. Bodyfelt and S. F. Price, eds). **OSU Agric. Exp. Stn. Publ.** N° 7628, pp. 46-60. Oregon State University, Coravllis, 1985.

BERTELLI, A. A. A.; DAS, D. K. Grapes, Wines, Resveratrol, and Heart Health. **Journal of Cardiovascular Pharmacology**. v.54 , pp.468–476, 2009.

BEER, D.; JOUBERT, E.; GELDERBLUM, W. C. A.; MANLEY, M. Phenolic Compounds: A review of their possible role as in vivo antioxidants of wine. **S. Afri. J. Enol. Vitic.**, v. 23, n. 2, 2002.

BERLI, F.; FANZONE, M.; PICCOLI, P.; BOTTINI, R. Solar UV-B and ABA are involved in phenol metabolism of *Vitis vinifera* L. increasing biosynthesis of berry skin polyphenols. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 59, p. 4874-4884, 2011.

BERGQVIST, J.; DOKOOZLIAN, N.; EBISUDA, N. Sunlight Exposure and Temperature Effects on Berry Growth and Composition of Cabernet Sauvignon and Grenache in the Central San Joaquin Valley of California. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 52, n. 1, p. 1-7, 2001.

BEVILAQUA, G. A. P. Avaliações físico-químicas durante a maturação de videiras cultivadas no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 1, n. 3, p. 151-156, 1995.

BOCK, A.; SPARKS, T.; ESTRELLA, N.; MENZEL, A. Changes in the phenology and composition of wine from Franconia, Germany. **Climate Research**, v. 50, p. 69-81, 2011.

BOIDO, E. ; LORENT, A. ; MEDINA, K.; FARIÑA, L.; CARRAU, F.; VERSINI, G.; DELLACASSA, E. Aroma Composition of *Vitis vinifera* cv. Tannat: the typical red wine from Uruguay. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, n. 18, p. 5408-5413, 2003.

BONGHI, C.; RIZZINI, F. M.; GAMBUTIB, A.; MOIOB, L.; CHKAIBANC, L.; TONUTTIC, P. Phenol compound metabolism and gene expression in the skin of wine grape (*Vitis vinifera* L.) berries subjected to partial postharvest dehydration. **Postharvest Biology and Technology**, v.67, p. 102-109, 2012.

BONNARDOT, V.M.F.; CAREY, V.A.; PLANCHON, O.; CAUTENET, S. Sea breeze mechanism and observations of its effects in the Stellenbosch wine producing area. **Wynboer**, v. 147, p. 10-14, 2001.

BORGHEZAN, M.; GAVIOLI, O.; PIT, F. A.; SILVA, A. L. Comportamento vegetativo e produtivo da videira e composição da uva em São Joaquim, Santa Catarina. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p. 398-405, 2011.

BORGOGNO, L.; TARETTO, E.; BOLOGNA, P.; ARNULFO, C.; MORANDO, A.

La maturazione dell'uva. **Vignevini**, Bologna, v.3, n.11, p.59-65, 1984.

BOULTON, R. B. The relationships between total acidity, titratable acidity and pH in wine. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.31, n. 1, p. 76 - 70, 1980.

BOWERS, J. E.; MEREDITH, C. P. The parentage of classic wine grape, Cabernet Sauvignon. **Nature Genetics**, New York, v. 16, p. 84-87, 1997.

BRAVO, L. Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance. **Nutrition Reviews**, v. 56, p. 317-333, 1998.

BRIGHENTI, E.; TONIETTO, J. 2004. O clima de São Joaquim para a viticultura de vinhos finos: Classificação pelo sistema CCM Geovítica. **In: XVIII Congresso Brasileiro de Fruticultura**. Anais. CD-ROM. Florianópolis, 4p. 2004.

BRIGHENTI, A. F.; RUFATO, L.; KRETZSCHMAR, A. A.; SCHLEMPER, C. Desempenho vitivinícola da Cabernet Sauvignon sobre diferentes porta-enxertos em região de altitude de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, p. 096-102, 2011.

BRIGHENTI, A. F.; BRIGHENTI, E.; BONIN, V.; RUFATO, L. Caracterização fenológica e exigência térmica de diferentes variedades de uvas viníferas em São Joaquim, Santa Catarina – Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.43, n.7, p.1162-1167, 2013.

BURIN, V. M.; SILVA, A., L., MALINOVSKI, L. I.; ROSIER, J. P.; FALCÃO, L. D. Characterization and multivariate classification of

grapes and wines of two Cabernet Sauvignon clones. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.46, n.5, p.474-481, maio 2011, p. 476-480.

CALDWELL, M. M.; TERAMURA A. H.; TEVINI, M. The changing solar ultraviolet climate and ecological consequences for higher plants. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 4, p. 363–367, 1989.

CALDWELL, M. M.; BJORN L. O.; BORNMANN, J. F.; FLINT, S. D.; KULANDAIVELU, G.; TERAMURA, A. H.; TEVINI, M. Effects of increased solar ultraviolet radiation on terrestrial ecosystems. **Journal of Photochemistry and Photobiology**, v. 46, p. 40–52, 1998.

CANTOS, E.; GARCÍA-VIGUERA, C.; PASCUALTERESA, S. de; TOMÁS BARBERÁN, F. A. Effect of postharvest ultraviolet irradiation on resveratrol and other phenolics of Cv. Napoleon table grapes. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 48, p. 4606-4612, 2000.

CAMARGO, U. A.; TONIETTO, J.; HOFFMANN, A. Progressos na viticultura brasileira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, p. 144-149, 2011.

CARBONNEAU A. Observation sur vigne: codification des données agronomiques. **Rivista di Viticoltura e di Enologia**, 37–45. 1991.

CARTONI, G. P.; COCCIOLI, F.; PONTELLI, L. Separation and identification of free phenolic acids in wines by high-performance liquid chromatography. **Journal of Chromatography A**, v. 537, p. 93-99, 1991.

CELOTTI, E.; FERRARINI, R.; ZIRONI, R.; CONTE, L.S. Resveratrol content of some wines obtained from dried Valpolicella grapes: Recioto and Amarone. **Journal of Chromatography A**, v.730, p. 47-52, 1996.

CHAPMAN, D.M.; MATTHEWS, M.A.; GUINARD, J.X. Sensory attributes of Cabernet Sauvignon wines made from vines with different crop yields. **Am. J. Enol. Vitic.** v.55, p.325-334, 2004.

CHAVES, M. M. **Fotossíntese e repartição dos produtos de assimilação em *Vitis vinifera* L.** 1986. 220p. Tese de Doutorado - Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa- Portugal, 1986.

CELOTTI, E.; F., R.; ZIRONI, R.; CONTE, L. S. Resveratrol content of some wines obtained from dried Valpolicella grapes: Recioto and Amarone. **Journal of Chromatography A**. v. 730, p. 47-52, 1999.

COOMBE, B. Influence of temperature on composition and quality of grapes. In: Proceedings of the International Symposium on Grapevine Canopy and Vigor Management, XXII IHC pp. 23-35. Davis, USA: **ISHS Acta Horticulturae** . p.206. 1987.

CONDE, C.; FONTES, N.; DIAS, A.C.P.; TAVARES, R.M.; SOUZA, M.J.; AGASSE, A.; DELROT, S.; GERÓS, H. Biochemical changes throughout grape berry development and fruit and wine quality. **Food**, v. 1, n. 1, p. 1-22, 2007.

CONRADIE, W.J.; CAREY, V.A.; BONNARDOT, V.; SAAYMAN, D.; SCHOOR, L.H. Effect of different environmental factors on the performance of Sauvignon Blanc grapevines in the Stellenbosch/Durbanville Districts of South Africa. I. Geology, soil, climate, phenology and grape composition. **South African Journal of Enology and Viticulture**, v.23, n. 2, p. 78-91, 2002.

COVAS, M. I.; MIRÓ-CASAS, E.; FITÓ, M.; FARRÉ-ALBADALEJO, M.; GIMENO, E.; MARRUGAT, J.; DE LA TORRE, R. Bioavailability of tyrosol, an antioxidant phenolic compound present in wine and olive oil, in humans. **Drugs under Experimental and Clinical Research**, v. 29, p. 203-206, 2003.

COZZOLINO, D.; CYNKAR, W.U.; DAMBERGS, R.G.; GISHEN, M.; SMITH, P. GRAPE (*Vitis vinifera*) compositional data spanning ten successive vintages in the context of abiotic growing parameters. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.139, p.565–570, 2010.

CHIRA, K., Schmauch, G., Saucier, C., Fabre, S., Teissedre, P. L. 2009. Grape Variety Effect on Proanthocyanidin Composition and Sensory Perception of Skin and Seed Tannin Extracts from Bordeaux Wine

Grapes (Cabernet Sauvignon and Merlot) for Two Consecutive Vintages (2006 and 2007). **J. Agric. Food Chem.** 57, 545–553.

CUS, F. The effect of different scion/rootstock combinations on yield properties of cv. Cabernet Sauvignon. **Acta Agricultura Slovenica**, Slovenia, v.83, n.1, p.63–71, 2004.

DIMITROVSKA, M., BOCEVSKA, M., DIMITROVSKI, D., MURKOVIC, M. Anthocyanin composition of Vranec, Cabernet Sauvignon, Merlot and Pinot Noir grapes as indicator of their varietal differentiation. **Eur. Food Res. Technol.** 232, 591–600, 2011.

DE VILLIERS, A.; MAJEK, P.; LYNEN, F.; CROUCH, A.; LAUER, H.; SANDRA, P. Classification of South African red and white wines according to grape variety based on the non-coloured phenolic content. **Eur. Food. Res. Technol.** v.221, p.520–528, 2005.

DELCOURT, F.; TAILLANDIER, P.; VIDAL, F.; STREHAIANO, P. Influence of pH, malic acid and glucose concentrations on malic acid consumption by *Saccharomyces cerevisiae*. **Appl. Microbiol. Biotechnol.** v.43, p. 321-324, 1995.

DELOIRE, A.; KRAEVA, E.; DAÍ, G. H.; RENAULT, A. S.; ROCHARD, J.; CHATELAIN, C.; CARBONNEAU, A.; ANDARY, C. Les mécanismes de défense de la vigne. Des utilisations possibles pour lutter contre les pathogènes. **Phytoma**, v. 510, p.46-51, 1998.

DELOIRE, A.; VAUDOUR, E.; CAREY, V.; BONNARDOT, V.; VAN, L. C. Grapevine responses to terroir: une approche globale. **Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin**, v.39, p. 149-162, 2005.

DI STEFANO, R., CRAVERO, M., GUIDONI, S. I composti fenolici dell'uva. Estrazione dei composti fenolici dalle parti solide dell'uva durante la fermentazione. **Vini d'Italia**, v.32, n.1, p. 15-22, 1990.

DOWNEY, M.O.; HARVEY, J.S.; ROBINSON, S.P. Analysis of tannins in seeds and skins of Shiraz grapes throughout berry development. **Aust. J. Grape Wine Res.** v.9, p.15-27, 2003.

DOWNEY, M.O.; DOKOOZLIAN, N.K.; KRSTIC, M.P. Cultural practice and environmental impacts on the flavonoid composition of grapes and wine: a review of recent research. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.57, p. 257–268, 2006.

ESCOBAL, A.; IRIONDO, C.; LABORRA, C.; ELEJALDE, E.; GONZALEZ, I. Determination of acids and volatile compounds in red Txakoli wine by high-performance liquid chromatography and gas chromatography. **Journal of Chromatography A**, v.823, p.340-354, 1998.

FALCÃO, L. D. **Caracterização analítica e sensorial de vinhos Cabernet Sauvignon de diferentes altitudes de Santa Catarina**, 2007. 150 f. Tese (Doutorado em Ciências dos Alimentos), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis – SC, 2007.

FALCÃO, L. D.; DE REVEL, G.; PERELLO, M. C.; MOUTSIU, A.; ZANUS, M. C.; BORDIGNON-LUIZ, M. T. A survey of seasonal temperatures and vineyard altitude influences on 2-methoxy-3-isobutylpyrazine, C13-norisoprenoids and the sensory profile of Brazilian Cabernet Sauvignon wines. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 55, p. 3605–36012, 2007.

FALCÃO, L. D.; CHAVES, E. S.; BURIN, V. M.; FALCÃO, A. P.; GRIS, E. F.; BONIN, V.; BORDIGNON-LUIZ, M. T. Maturity of Cabernet Sauvignon berries from grapevines grown with two different training systems in a new grape growing region in Brazil. **Ciencia e Investigación Agraria**, Santiago, v.35, n.3, p.271-282, 2008.

FALCÃO, L.D; BURIN, V.M.; CHAVES, E.S.; VIEIRA, H.J.; BRIGHENTI, E.; ROSIER, J.P.; BORDIGNON-LUIZ, M.T. Vineyard altitude and mesoclimate influences on the phenology and maturation of Cabernet Sauvignon grapes from Santa Catarina State. **Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin**, v. 44, n. 3, p. 135-150, 2010.

FERREIRA-LIMA, N. E.; BURIN, V. M.; BORDIGNON-LUIZ, M. T. Characterization of Goethe White wine – Influence of different storage

conditions on the wine evolution during bottle ageing. **European food research and Technology**, v. 237, p. 509-520, 2013.

FICAGNA, P. R. **Efeito do dossel vegetativo na qualidade da uva “Merlot” produzida na serra catarinense/** Paulo Ricardo Ficagna, Lages, 2008. Dissertação (Mestrado), Centro de Ciências Agroveterinárias/UEDESC.

FIORILLO, E.; CRISCI, A.; DE FILIPPIS, T.; DI GENNARO, S.F.; DI BLASI, S.; MATESE, A.; PRIMICERIO, J.; VACCARI, F.P.; GENESIO, L. Airborne high-resolution images for grape classification: changes in correlation between technological and late maturity in a Sangiovese vineyard in Central Italy. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v.18, p.80–90, 2012.

FOGAÇA, A. O.; DAUDT, C. E., DORNELES, F. Evolução dos valores de potássio e pH durante a maturação de uvas cv. Cabernet Sauvignon em duas safras. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE VITICULTURA E ENOLOGIA. Bento Gonçalves-RS, **Anais...Embrapa Uva e Vinho**, 2005.

FRANKEL, E.N.; KANNER, J.; GERMAN, J.B.; PARKS, E.; KINSELLA, J.E. Inhibition of oxidation of human low-density lipoprotein by phenolic substances in red wine. **Lancet**. v.341, p.454–457, 1993.

FREGONI, M. **Viticultura di qualità**. Verona: Edizione l’Informatore Agrário, 1998. 707p.

FREGONI, M. **Viticultura di qualità**. Lungodige Galtorossa: Informatore Agrário, p.707. 2005.

FRÉMONT, L. Biological effects of resveratrol. **Life Sciences**, v.66, n.8, p.663-673, 2000.

GAVIOLI, O. **Comportamento vitícola da variedade Cabernet Sauvignon (Vitis vinifera L.) em dois municípios do Planalto Sul Catarinense**. Dissertação (Mestrado), 2011, Programa de Pós-

graduação em Recursos Genéticos Vegetais, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

GIORIO, P.; NUZZO, V. Leaf area, light environment, and gas exchange in Montepulciano grapevines trained to Tendone trellising system. *Plant Biosystems*. **International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology**, v.146, n.2, 322-333, 2012.

GIUSTI M. M.; WROLSTAD, R. E. Characterization and Measurement of Anthocyanins by UV-Visible Spectroscopy. **Current Protocols in Food Analytical Chemistry**. New York: John Wiley e Sons Inc. 2001.

GOLDBERG, D.M.; NG, E.; YAN, J.; KARUMANCHIRI, A.; SOLEAS, G.J.; DIAMANDIS, E.P. Regional differences in resveratrol isomer concentrations of wines from various cultivars. **J. Wine Res.** v.7, p.13–24, 1996.

GONZÁLEZ-NEVES, G.; GIL, G.; GUZMÁN, F.; FERRER, M. Potencial polifenólico de la uva: índices propuestos y posibles aplicaciones. **Comunicata Scientiae**, v.2, n.2, p.57-69, 2011.

GREER, D. H.; WEEDON, M. Photosynthetic Light Responses in Relation to Leaf Temperature in Sun and Shade Leaves of Grapevines. **Acta Horticulturae**, v.956, p. 149-156, 2012.

GRIS, E. F.; FERREIRA, E. A.; FALCÃO, L.D.; BORDIGNON-LUIZ, M.T. Caffeic acid copigmentation of anthocyanins from Cabernet Sauvignon grape extracts in model systems. *Food Chemistry*, v.100, p.1289-1296, 2007.

GRIS, E. F.; BURIN, V. M.; BRIGHENTI, E.; VIEIRA, H. J. ; BORDIGNON-LUIZ, M. Phenology and ripening of *Vitis vinifera* grape varieties in São Joaquim, southern Brazil: a new South American wine growing region. **Ciência e Investigación Agraria**, v. 37, p. 61-75, 2010.

GRIS, E. F. **Perfil fenólico e atividades antioxidante e hipolipemiante de vinhos de variedades *Vitis vinifera* cultivadas em São Joaquim -**

SC – Brasil. (Tese Doutorado). Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Santa Catarina, 2010.

GRIS, E. F.; MATTIVI, F.; FERREIRA, E. A.; VRHOVSEK, U.; FILHO, D. W.; PEDROSA, R. C.; MARILDE, T.; BORDIGNON, L. Stilbenes and Tyrosol as Target Compounds in the Assessment of Antioxidant and Hypolipidemic Activity of *Vitis vinifera* Red Wines from Southern Brazil. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. 2011, 59, 7954–7961.

GRYGLEWSKI, R.J.; KORBUT, R.; ROBAK, J.; SWIES, J. On the mechanism of antithrombotic action of flavonoids. **Biochem. Pharmacol.** v.36, p.317–322, 1987.

GUERRA, C. C. **Recherches sur les interactions anthocyanesflavanols: application à l'interpretation chimique de la couleur des vins rouges.** 1997. Tese (Doutorado) - University Victor Segalen Bordeaux 2, Bordeaux, 1997.

GUERRA, C. C. Maturação da uva e condução da vinificação para a elaboração de vinhos finos. **In:** REGINA, M. A. (Coord.). Viticultura e enologia: atualizando conceitos, p.179-192, 2002.

GUILFORD, J.; PEZZUTO, J. M. Wine and health: A review. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.62, p.471–486, 2011.

GÜLÇİN, I. Antioxidant properties of resveratrol: A structure-activity insight. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 11, p. 210-218, 2010.

HALL, A.; JONES, G.V. Spatial analysis of climate in winegrape-growing regions in Australia. **Australian Society of Viticulture and Oenology**, v. 16, p. 389-404, 2010.

GUILLOUX, M. **Evolution des composés phénoliques de la grappe pendant la maturation du raisin. Influence des facteurs naturels.** Thèse 3ème Cycle, University of Bordeaux II, France, 1981.

HASHIZUME, T. Fundamentos da tecnologia do vinho. **In:** AQUARONE, E.; BORZANI, W.; LIMA, U. A. Alimentos e bebidas produzidos por fermentação. Biotecnologia, São Paulo-SP, Ed. Edgard Blücher, 1983. p.14- 43.

HECKLER, B. M. M. **Parâmetros ecofisiológicos em vinhedo de 'Niágara Rosada' sob cobertura plastica.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2009, 77f. Dissertação (Dissertação de Mestrado em Fitotecnia – Universidade Federal do Rio Grande do Sul), Porto Alegre-RS, 2009.

HEYWOOD, V. H. **Flowering plants of the world.** Updated ed. New York: Oxford University Press, 1993. 335p. ISBN 0195210379.

HUGLIN, P. Nouveau mode d'évaluation des possibilités héliothermiques d'un milieu viticole. **C. R. Acad. Agric.**, p. 1117-1126, 1978.

IBRAVIN – Instituto Brasileiro do Vinho. Disponível em: <http://www.ibravin.org.br>. Acesso em: 11 Dezembro. 2013.

INTRIERI, C.; FILIPPETTI, I. Planting Density and Physiological Balance: Comparing Approaches to European Viticulture in the 21st Century. **Proceedings of the ASEV 50th Anniversary Annual Meeting, Seattle, Washington.** The American Society for Enology and Viticulture, pp. 170–184. 2000.

ICHIKAWA, H.; ICHIYANAGI, T.; XU, B.; YOSHII, Y.; NAKAJIMA, M.; TETSUYA, K. Antioxidant activity of anthocyanin extract from purple black rice. **J. Med. Food**, v.4, p.211–218, 2001.

JACKSON, D. I.; LOMBARD, P. B. Environmental and management practices affecting grape composition and wine quality: a review. **American Journal of Enology and Viticulture.**, Davis, v. 44, p. 409-430, 1993.

JACKSON, D. **Monographs in Cool Climate Viticulture – 2: Climate.** Daphne Brasell Associates Ltd, Wellington. 2001.

JACKSON, R. S. **Wine Science – Principles and Applications**. London, UK. 3ed. Academic Press, 2008, 789p.

JANSEN, M. A. K. Ultraviolet-B radiation effects on plants: induction of morphogenic responses. **Physiol Plant**, v. 116, p. 423–429, 2002.

JONES, G. V.; DAVIS, R. E. Using a synoptic climatological approach to understand climate viticulture relationships. **International Journal of Climatology**. v. 20, p.813-837, 2000.

JONES, G. V.; DAVIS, R. E. Climate influences on grapevine phenology, grape composition, and wine production and quality for Bordeaux, France. **American Journal of Enology and Viticulture**., Davis, v. 51, n. 3, p. 249-262, 2000 (b).

JONES, G.; DUFF, A.; HALL, A.A.; MYERS, J.W. Spatial analysis of climate in winegrape growing regions in the Western United States. **American Journal of Enology and Viticulture**. v.61, p. 313-326, 2010.

KAKANI, V. G.; REDDY, K. R.; ZHAO, D.; SAILAJA, K. Field crop responses to ultraviolet-B radiation: a review. **Agricultural And Forest Meteorology**, v. 120, p. 191-218, 2003.

KIM, Y.K.; GUO, Q.; PACKER, L. Free radical scavenging activity of red ginseng aqueous extracts. **Toxicology**, v.172, p.149-156, 2002.

KLIEWER, W. M., L. HOWARTH, AND M. OMORI. Concentrations of tartaric acid and malic acids and their 807 salts in *Vitis vinifera* grapes. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.18, p. 42-54, 1967.

KLIEWER, M.; DOKOOZLIAN, N. Leaf area/crop weight ratios of grapevines: influence on fruit composition and wine quality. **Am. J. Enol Vitic**. v.56, p.170-181, 2005.

KOLOUCHOVÁ-HANZLÍKOVÁ, I.; MELZÖCH, K.; FILIP, V.; S., J. Rapid method for resveratrol determination by HPLC with

electrochemical and UV detections in wines. **Food Chemistry**, v.87, p.151-158, 2004.

LACHMAN, J.; SULC, M.; SCHILLA, M. Comparison of the total antioxidant status of Bohemian wines during the wine-making process. **Food Chemistry**, v.103, p.802–807, 2007.

LEÃO, P.C. S. de; SILVA, E. E. G. Caracterização fenológica e requerimentos térmicos de variedades de uvas sem sementes no vale do São Francisco. **Revista de Fruticultura**, v. 25, p. 458-460, 2003.

LEES, D. H.; FRANCIS, F. G. Standartization of pigment analysis in cranberries. **Hortiscience**, v. 7, p.83-84, 1972.

LEEWEN, C.; FRIANT, P.; CHONÉ , X.; TRÉGOAT, O.; KOUNDOURAS, S.; DUBOURDIEU, D. The influence of climate, soil and cultivar on terroir. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 55, n. 3, p. 207-217, 2004.

LI, Z.; PAN, Q.; JIN, Z.; MU, L.; DUAN, C. Comparison on phenolic compounds in *Vitis vinifera* cv. Cabernet Sauvignon wines from five wine-growing regions in China. **Food Chemistry**, v. 125, p.77-83, 2011.

LOPEZ-VELEZ, M.; MARTÍNEZ-MARTÍNEZ, F.; DEL VALLE-RIBES, C. The Study of Phenolic Compounds as Natural Antioxidants in: Wine - Critical Reviews. **Food Science and Nutrition**, v.43, p.233-244, 2003.

MADEIRA, F. C. **Efeito da Radiação Ultravioleta B no Comportamento Vitícola da Variedade (*Vitis vinifera* L.) Cabernet Sauvignon em São Joaquim, Santa Catarina**. Tese (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais, Universidade Federal de Santa Catarina), Florianópolis – SC, 2011.

MALINOVSKI, L. I. **Comportamento vitícola da videira (*Vitis vinifera* L.) variedade Cabernet Sauvignon nos Municípios de Campo Alegre, Campo Belo do Sul e Bom Retiro**. 2009. Tese

(Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis – SC, 2009.

MALINOVSKI, L.I.; WELTER, L.J.; BRIGHENTI, A.F.; VIEIRA, H.J.; GUERRA, M. P.; DA SILVA, A, L. Highlands of Santa Catarina/Brazil: A region with high potential for wine production. ISHS. **Acta Horticulturae**, v. 931, pp.433-440, 2012.

MALINOVSKI, L.I. 2013. **Comportamento viti-enológico da videira (*Vitis vinifera* L.) de variedades autóctones italianas na região dos Campos de Palmas em Água Doce – SC – Brasil**. 255 f. 2013. Tese (Doutorado) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

MANDELLI, F. Comportamento fenológico dos principais cultivares de *Vitis vinifera* L. para a região de Bento Gonçalves, RS. 1984. 125 f. Dissertação (Mestrado em Agrometeorologia – Escola Superior Luiz de Queiroz), Piracicaba, 1984.

MANDELLI, F. **Relações entre variáveis metereológicas, fenologia e qualidade da uva na “Serra Gaúcha”**. 2002. 174 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

MANDELLI, F. **Comportamento da safra 2003 na Serra Gaúcha**. Embrapa Uva e Vinho. Comunicado Técnico 46. Bento Gonçalves, RS, 2003.

MANDELLI, F.; BERLATO, M. A.; TONIETTO, J.; BERGAMASCHI, H. Fenologia da videira na Serra Gaúcha. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 9, n. 1-2, p.129-144, 2003.

MANGANI, S.; BUSCIONI, G.; COLLINA, L.; BOCCI, E.; VINCENZINI, M. Effects of Microbial Populations on Anthocyanin Profile of Sangiovese Wines Produced in Tuscany, Italy, **American Journal of Enology and Viticulture**, v.62, n.4, 2011.

MATEUS, N. ; MARQUES, S. ; GONÇALVES, A.C. ; MACHADO, J.M. ; DE FREITAS, V. Proanthocyanidin Composition of Red *Vitis vinifera* Varieties from the Douro Valley during Ripening: Influence of

Cultivation Altitude. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v.52:2, 2001.

MATTIVI, F. Solid phase extraction of trans-resveratrol from wines for HPLC analysis.

Zeitschrift für lebensmittel-Untersuchung und-forschung, v.196, p.522-525, 1993.

MATTIVI, F.; ZULIAN, C.; NICOLINI, G.; VALENTI, L. Wine, biodiversity, technology, and antioxidants. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 957, p. 37-56, 2002.

MATTIVI, F.; GUZZON, R.; VRHOVSEK, U.; STEFANINI, M.; VELASCO, R. Metabolite Profiling of Grape: Flavonols and Anthocyanins. **Journal Agriculture Food Chemistry**. v.54, 2006.

MATTIVI, F.; VRHOVSEK, U.; MASUERO, D.; TRAINOTTI, D. Differences in the amount and structure of extractable skin and seed tannins amongst red grape varieties 2008. **Australian Journal of grape and Wine Research**, v.15, p.27-35, 2009.

MATEUS, N. ; MARQUES, S. ; GONÇALVES, A.C. ; MACHADO, J.M. ; DE FREITAS, V. Proanthocyanidin Composition of Red Vitis vinifera Varieties from the Douro Valley during Ripening: Influence of Cultivation Altitude. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v.52:2, 2001.

MATEUS, N.; MACHADO, J. M.; de FREITAS, V. Developmental changes of anthocyanins in Vitis vinifera grapes grown in the Douro Valley and concentration in respective wines. **J. Sci. Food Agric.** v.82, p.1689-1695, 2002.

MAZZA, G.; MINIATI, E. Anthocyanins in fruits, vegetables and grains. Boca Raton: CRC Press Inc., 1993. 362 p. In: MADEIRA, F. C. Efeito da Radiação Ultravioleta B no Comportamento Vitícola da Variedade (*Vitis vinifera* L.) *Cabernet Sauvignon* em São Joaquim, Santa Catarina. Tese (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais, Universidade Federal de Santa Catarina), Florianópolis – SC, 2011.

MELLO, L. M. R. **Vitivinicultura brasileira: Panorama 2012**. Bento Gonçalves, RS, 2012 (Artigo Técnico).

MIELE, A. Influência do sistema de condução na evolução dos açúcares redutores e da acidez durante a maturação da uva: relação com área foliar, radiação solar e fotossíntese. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Brasília, v. 1, n. 1, p. 31-40, 1989.

MONAGAS, M.; SUÁREZ, R.; GÓMEZ-CORDOVÉS, C.; BARTOLOMÉ, B. Simultaneous determination of nonanthocyanin phenolic compounds in red wine by HPLC-DAD/ESI-MS. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.56, p.139- 147, 2005.

MORENO, J.J.; CERPA-CALDERÓN, F.; COHEN, S. D.; FANG, Y.; QIAN, M.; KENNEDY, J. A. Effect of postharvest dehydration on the composition of Pinot Noir grapes (*Vitis vinifera* L.) and wine. **Food Chemistry**, v. 109, p.755-762, 2008.

MORI, K.; GOTO-YAMAMOTO, N.; KITAYAMA, M.; HASHIZUME, K. Loss of anthocyanins in red-wine grape under high temperature. **Journal of Experimental Botany**, v.58, p. 1935-1945, 2007.

MOTA, F. S. Disponibilidade climática para maturação da uva destinada a produção de vinhos finos nas regiões da serra do nordeste e campanha do Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrociência**. v.9, n.3, p.297-299, 2003.

MOTA, R. V.; REGINA, M. De A.; AMORIN, D. A.; FAVERO, A. C. Fatores que afetam a maturação e a qualidade da uva para vinificação. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte: EPAMIG, v.27, n.234, p. 56-64, 2006.

MOTA, C. S.; AMARANTE, C. V. T. D.; SANTOS, H. P. D.; ALBUQUERQUE, J. A. Disponibilidade hídrica, radiação solar e fotossíntese em videiras Cabernet Sauvignon sob cultivo protegido. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n.2, p. 432-439, 2009.

NEIRA, A. P. Cambios composicionales de la baya durante el processo de maduración y su importancia em la calidad de la uva y el vino. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE VITIVINICULTURA. Ensenada, B. C. México, **Anais**, agosto 2005.

MYERS, J. K.; WOLPERT, J. A.; HOWELL, G. S. Effect of shoot number on the leaf area and crop weight relationship of young Sangiovese grapevines. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.59, n.4, 422-424, 2008.

MYBURGH, P. Effect of altitude and distance from the Atlantic Ocean on mean February temperatures in the Western Cape Coastal region, **Wynboer Technical Yearbook**, p. 49–52, 2005.

OLIVEIRA, D. A. **Caracterização Fitoquímica e Biológica de Extratos Obtidos de Bagaço de Uva (Vitis Vinifera) das Variedades Merlot e Syrah/** DANIELA ALVES DE OLIVEIRA, Florianópolis, 2010. Dissertação (Mestrado), Engenharia de Alimentos do Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina/UFSC.

OLLAT, N., DIAKOU-VERDIN, P., CARDE, J. P., BARRIEU, F., GAUDILLERE, J. P. & MOING, A. (2002) Grape berry development: A review. **Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin**, 36, 109-131.

OIV - Organization Internationale de la Vigne et du Vin. **Compendium of International Methods of Wine and Must Analysis**, Paris: OIV, v.1, 2009, 419p.

OIV - **Organization Internationale de la Vigne et du Vin**. Compendium of International Methods of Wine and Must Analysis, Paris: OIV, v.1, 2012.

PANDOLFO, C. **Sistemas atmosféricos, variáveis meteorológicas e mudanças climáticas na potencialidade do cultivo da videira (Vitis vinifera L.) no Estado de Santa Catarina**. UFSC, Florianópolis, 2010. 124p. Tese de Doutorado em Recursos Genéticos Vegetais.

PEDRO JÚNIOR, M. J.; SENTELHAS, P. C. Clima e produção. **In:** POMMER, C. V. P. (Ed.). Uva: tecnologia de produção, pós-colheita, mercado. Porto Alegre: Cinco Continentes, p. 63-107, 2003.

PETRIE, P.R.; TROUGHT, M.C.T.; HOWELL, G.S.; BUCHAN, G.D. The effect of leaf removal and canopy height on whole-vine gas exchange and fruit development of *Vitis vinifera* L. Sauvignon Blanc. **Functional Plant Biology**, n.30, p.711-717, 2003.

POMMER, C. V. **Uva:** tecnologia de produção, pós colheita, mercado. Porto Alegre: Ed. Cinco Continentes, 2003. 778 p.

PORRO, D.; MATTIVI, F.; PITACCO, A.; FACINI, O.; LORETI, S.; ROSSI, F.; IACONO, F. Microclima termico e scambi gassosi in vite: Influenza sugli aspetti qualitativi del Pinot Nero. **ATT V Giornate Scintifiche S.O.I. Sirmione/Italia.** 2000.

PÖTTER, G. H.; DAUDT, C. E.; LEITE, T. T.; PENNA, N. G.; SAUTTER, C.K. Avaliação de vinhos Cabernet Sauvignon provenientes de uvas armazenadas em câmara fria. In: RITSCHER, P.; SEBBEN, S. S. In: XII CONGRESSO BRASILEIRO DE VITIVINICULTURA E ENOLOGIA. Bento Gonçalves-RS, **Anais...** Embrapa Uva e Vinho, 2008a.

PÖTTER, G. H.; DAUDT, C. E.; LEITE, T. T.; PENNA, N. G.; BARROS, R. S.; ACOSTA, C. G. A. Efeito da desfolha em uvas e vinhos Cabernet Sauvignon da região da Campanha. In: RITSCHER, P.; SEBBEN, S. S. In: XII CONGRESSO BRASILEIRO DE VITIVINICULTURA E ENOLOGIA. Bento Gonçalves-RS, **Anais...** Embrapa Uva e Vinho, 2008b.

PROTAS, J. F. S., CAMARGO, U. A. **Vitivinicultura Brasileira: panorama setorial de 2010.** Brasília, DF: SEBRAE; Bento Gonçalves: IBRAVIN: Embrapa Uva e Vinho, 2011, 110 p.

PUÉRTOLAS, E.; SALDAÑA, G.; CONDÓN, S.; ÁLVAREZ, I.; RASO, J. Evolution of polyphenolic compounds in red wine from Cabernet Sauvignon grapes processed by pulsed electric fields during aging in bottle. **Food Chemistry**, v.119, p.1063-1070, 2010.

RADLER, F. Yeasts-metabolism of organic acids. In: Fleet G.H. (ed.). **Wine Microbiology and Biotechnology**. Harwood Academic Publishers, Switzerland. p. 165-182, 1993.

RAVAZ, L. L'Effeuillage de la vigne. Annales d'Ecole Nationale d'Agriculture de Montpellier.11, 216–244, 1911.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal**. 7. ed. Rio de Janeiro (RJ): Guanabara Koogan, 2007. 830p. ISBN 9788527712293.

RE, R.; PELLEGRINI, N.; PROTEGEMNTE, A.; PANNALA, A.; YANG, M.; RICE-EVANS, C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 26, p. 1231 – 1237, 1999.

REGINA, M. A. **Reponses des cepages de Vitis vinifera L. aux variations de l'environnement: effets de la contrainte hydrique sur la photosynthese, la photorespiration et la teneur en acide abscissique des feuilles**.1993. 213 p. Tese (Doutorado em Enologia e Ampelologia) - Universidade de Bordeaux II, Bordeaux, 1993.

REGINA, M. de A. Influência dos frutos sobre a fotossíntese das folhas em Vitis vinifera. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v. 7, n. 2, p. 165-169, 1995.

REVILLA, I.; PÉREZ-MAGARIÑO, S.; GONZÁLEZ-SANJOSÉ, M.L.; BELTRÁN, S. Identification of anthocyanin derivatives in grape skin extracts and red wines by liquid chromatography with diode array and mass spectrometric detection. *Journal of Chromatography A*, v.847, p. 83-90, 1999.

REYNIER, A.. **Manual de viticultura**. 4. ed. rev. y actual. Madrid: Mundi-Prensa, 1989. 382p.

REYNOLDS, A.G.; WARDLE, D.A.; NAYLOR, A.P. Impact of training system, vine spacing, and basal leaf removal on Riesling. *Vine*

performance, berry composition, canopy microclimate, and vineyard labor requirements. **Am. J. Enol. Vitic.** v.47, p.63-76, 1996.

RIBEIRO, D. P., CORSATO, C. E., LEMOS, J. P., SCARPARE FILHO, J. A. Desenvolvimento e exigência térmica da videira 'Niagara rosada', cultivada no Norte de Minas Gerais. **Rev. Bras. Frutic.** 2009, vol.31, n.3.

RIBÉREAU-GAYON, P.; DUBOURDIEU, D.; DONÈCHE, B.; LONVAUD, A. **Handbook of Enology: The microbiology of Wine and Vinifications.** John Wiley Sons Ltd, West Sussex, England. Edition, vol. 1, 2006. 497p.

RISTIC, R., M.O. DOWNEY, P.G. ILAND, K. BINDON, L. FRANCIS, M. HERDERICH AND S.P. ROBINSON. Exclusion of sunlight from Shiraz grapes alters wine colour, tannin and sensory properties. **Aust. J. Grape Wine Res.** v. 13, p.53-65, 2007.

RIZZON, L. A.; ZANUZ, M. C.; MIELE, A. Evolução da acidez durante a vinificação de uvas tintas de três regiões vitícolas do Rio Grande do Sul. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, n. 18, v. 2, 1998.

RIZZON, L. A.; MIELE, A. Acidez na vinificação em tinto das uvas Isabel, Cabernet Sauvignon e Cabernet Franc. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, p. 511-516, 2002.

RIZZON, L. A.; MIELE, A. Avaliação da cv. Merlot para elaboração de vinho tinto. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, p. 156-161, 2003.

RIVERO-PÉREZ, M.D.; MUÑIZ, P.; GONZÁLEZ-SANJOSÉ, M.L. Contribution of anthocyanin fraction to the antioxidant properties of wine. **Food Chem. Toxicol.**, v.46, p.2815-2822, 2008.

ROGINSKY, V.; LISSI, E. A. Review of methods to determine chain-breaking antioxidant activity in food. **Food Chemistry**, v. 92, p. 235-254, 2005.

ROSIER, J. P. Vinhos de altitude: característica e potencial na produção de vinhos finos brasileiros. **Informe Agropecuário**. v. 27, p. 105-110, 2006.

ROSIER, J. P.; BRIGUENTI, E.; SCHUCK, E.; BONIN, V. Comportamento da variedade Cabernet Sauvignon cultivada em vinhedos de altitude em São Joaquim - SC. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 8., 2004, Florianópolis. **Anais**. 2004.

SADRAS, V. O.; SOAR, C. J.; HAYMAN, P. H.; MCCARTHY, M. G. **Managing grapevines in variable climates: the impact of temperature**. Australian Grape and Wine Research & Development Corporation. SARDI, 2009.

SANTOS, H.P. **Aspectos ecofisiológicos na condução da videira e sua influência na produtividade do vinhedo e na qualidade dos vinhos**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2006. 9p. (Comunicado Técnico, 71).

SALAMONI, A., T.; As células e as plantas. **In:** Apostila de fisiologia vegetal. Universidade Federal de Santa Maria: 2009.

SARTORI, S. B. UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos. . **Caracterização química de uvas e vinhos Goethe produzidos na região de Urussanga, Santa Catarina**. 95 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, Florianópolis, 2009.

SCHULTZ, H. R.; LOHNERTZ, O.; BETTNER, W.; BALO, B.; LINSEMMEIER, A.; JAHNISCHE, A.; MULLER, M.; GAUBATZ, B.; VARADI, G. Is grape composition affected by current levels of UV-B radiation. **Vitis**, v. 37, p. 191–192, 1998.

SCHULTZ, H. R.; PIERI, P.; PONI, S.; Lebon, E. The eco-physiology of grapevine canopy systems – learning from models. **In:** International

Symposium: Recent Advances in Grapevine Canopy Management. Davies/CA, 2009.

SILVA, R. P.; DANTAS, G. G.; NAVES, R. V.; CUNHA, M. G.. Comportamento fenológico de videira, cultivar Patrícia em diferentes épocas de poda de frutificação em Goiás. **Fitotecnia**, v. 65, p. 399-406, 2006.

SILVA, A.L.; BORGHEZAN, M.; VIEIRA, H.J. Comportamento fisiológico da videira (*Vitis vinifera* L.) 'Cabernet Sauvignon' no Planalto Catarinense, com destaque ao “terroir” de São Joaquim, SC. **In:** Seminário Nacional Sobre Fruticultura de Clima Temperado, 2008.

SILVA, T. C.; VILLAR, L.; CANTON, M.; SILVA, A. L.; BORGHEZAN, M. Monitoramento dos teores de clorofila e carotenóides em folhas de videira (*Vitis vinifera* L.) durante o ciclo vegetativo. **In:** XXII Congresso Brasileiro de Fruticultura.

<http://www.congressofruticultura2012.com.br/anais-online/>. p 373-377. 2012.

SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolibdic-phosphotungstic acid reagent. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 16, p. 144-158, 1965.

SOLEAS, G.; GRASS, L.; JOSEPHY, D.; GOLDBER, D.; DIAMANDIS, E. A comparison of the anticarcinogenic properties of four red wine polyphenols. **Clinical Biochemistry**, v. 35, p. 119-124, 2002.

SOLEAS, G. J.; DIAMANDIS, E. P.; GOLDBERG, D. M.; Resveratrol: A molecule whose time has come? and gone?. **Clinical Biochemistry**, v. 30, p. 91-113, 1997.

SOUZA, J. S. I. **Uvas para o Brasil**. 2 ed. Piracicaba: FEALQ, 1996. 791p.

SOUZA, J.S.I.; MARTINS, F.P. **Viticultura brasileira**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 368p.

SMART, R. E. Principles of grapevine canopy microclimate manipulation with implications for yield and quality. A review. **Am. J. Enol. Vitic.** p.230-239 (1985).

SMITH, S.; CODRINGTON, I.C.; ROBERTSON, M.; SMART, R.E. Viticultural and enological implications for leaf removal for New Zealand vineyards. **In:** Proceedings of the Second International Symposium for Cool Climate Viticulture and Oenology. R.E. Smart, et al. (eds.), p. 127-133, 1988. New Zealand Society for Viticulture and Oenology, Auckland.

SANNA, G.; LEDDA, S.; MANCA, G.; FRANCO, M. A. Characterization of the content of antioxidant substances in the wines of Sardinia. **Journal of Commodity Science, Technology and Quality**, v.47, p. 5-25, 2008.

SPAYD, S. E.; TARARA, J. M.; MEE, D. L.; FERGUSON, J. C. Separation of sunlight and temperature effects on the composition of *Vitis vinifera* cv. Merlot berries. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.53, n.3, p.171-182, 2002.

STAFFORD, H. A. **Flavonoid Metabolism**. CRC Press: Boca Raton: FL 1990; 298 pp.

STERVBO U, VANG O, BONNESEN C. A review of the content of the putative chemopreventive phytoalexin resveratrol in red wine. **Food Chemistry**. 101:449–457, 2007.

TAIZ, L; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 820 p. 2009.

TARARA, J. M.; LEE, J.; SPAYD, S. E.; SCAGEL, C. F. Berry temperature and solar radiation alter acylation, proportion, and concentration of anthocyanin in merlot grapes. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 59, p. 235-247, 2008.

TAPIERO, H.; TEW, K.D.; NGUYEN, B.A.G.; MATHÉ, G. Polyphenols: do they play a role in prevention of human pathologies? **Biomed. Pharmacother.** v.56, p.200–207, 2002.

TIAN, R. R.; PAN, Q. H.; ZHAN, J. C.; LI, J. M.; WAN, S. B.; ZHANG, Q. H.; HUANG, W. D., Comparison of phenolic acids and flavan-3-ols during wine fermentation of grapes with different harvest times. **Molecules**, v.14, n.2, p.827-838, 2009.

TONIETTO, J. O conceito de denominação de origem como agente promotor da qualidade dos vinhos. **In:** Regina, M.A. et al. Viticultura e enologia: atualizando conceitos. p. 151-164, 2003.

TONIETTO, J.; CARBONNEAU A. Régime thermique en période de maturation du raisin dans le géoclimat viticole indice de fraîcheur des nuits (IF) et amplitude thermique. **In:** Proceedings 4th Symp. Int. sur le zonage vitivinicole, Inter Rhône and O.I.V.: Avignon, 279-289, 2002.

TONIETTO, J.; CARBONNEAU, A. A multicriteria climatic classification system for grape-growing regions worldwide. **Agricultural and Forest Meteorology**, n. 124, p. 03-08, 2004.

TONIETTO, J.; CARBONNEAU, A. Análise mundial do clima das regiões vitícolas e de sua influência sobre a tipicidade dos vinhos: a posição da viticultura brasileira comparada a 100 regiões em 30 países. **In:** Congresso Brasileiro de Viticultura e Enologia, Bento Gonçalves. **Anais**. Bento Gonçalves: ed. p.75-90, 1999.

TONIETTO, J.; MANDELLI, F. **Uvas viníferas para processamento em região de clima temperado**. EMBRAPA Uva e Vinho, versão eletrônica, 2003.

UBALDE, J. M.; SORT, X.; ZAYAS, A.; POCH, R. M. Effects of Soil and Climatic Conditions on Grape Ripening and Wine Quality of Cabernet Sauvignon. **Journal of Wine Research**, v.21, n.1, p.1-17, 2010.

UVIBRA – União Brasileira de Viticultura. Disponível em: <http://www.uvibra.com.br/dados_estatisticos>. Acesso em: 15 fev. 2013.

VASCONCELOS, M.C.; CASTAGNOLI, S. Leaf canopy structure and vine performance. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v.51, n.4, p. 390-396, 2000.

VIEIRA, H. J.; BACK, A. J. B.; SILVA, A. L.; PEREIRA, E. S. Comparação da disponibilidade de radiação solar global e fotoperíodo entre as regiões vinícolas de Campo Belo do Sul – SC, Brasil e Pech Rouge, França. **Rev. Bras. Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 33, n. 4, p.1055-1065, 2011.

VILLAR, L.; BORGHEZAN, M.; SILVA, A. L.; SILVA, T. C.; CANTON, M. Correlação entre fotossíntese e pigmentos foliares de variedades de videira cultivadas em São Joaquim, SC. **In: XXII Congresso Brasileiro de Fruticultura**. <http://www.congressofruticultura2012.com.br/anais-online/>. p 139-142. 2012.

VILLAÑO, D.; FERNÁNDEZ-PACHÓN, M. S.; TRONCOSO, A. M.; GARCÍA-PARRILLA, M. C. The antioxidant activity of wines determined by the ABTS method: influence of sample dilution and time. **Talanta**, v. 64, p. 501-509, 2004.

VILLAÑO, D.; FERNÁNDEZ-PACHÓN, M.S.; TRONCOSO, A.M.; GARCÍA-PARRILLA, M.C.. Influence of enological practices on the antioxidant activity of wines. **Food Chem.** v.95, p.394–404, 2006.

VITRAC, X.; BORNET, A.; VANDERLINDE, R.; VALLS, J.; RICHARD, T.; DELAUNAY, J. C.; MÉRILLON, J. M.; TEISSÉDRE, P. L. Determination of Stilbenes (ä-viniferin, trans-astringin, trans-piceid, cis- and trans-resveratrol, E-viniferin) in Brazilian Wines. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Vol. 53, No. 14, 2005.

VRÁBL, D., VASKOVA, M., HRONKOVA, M., FLEXAS, J., SANTRUCEK, J., Mesophyll conductance to CO₂ transport estimated by two independent methods: effect of variable CO₂ concentration and abscisic acid. **Journal of Experimental Botany**, Vol. 60, n. 8, pp. 2315–2323, 2009.

VOGT, T.; POLLAK, P.; TARYLN, N.; TAYLOR, L.P. Pollinationor wound-induced kaempferol accumulation in petunia stigmas enhances seed production. **Plant Cell**, v.6, p.11-23, 1994.

XU, C.; ZHANG, Y.; ZHU, L.; HUANG, Y.; LU, J. Influence of growing season on phenolic compounds and antioxidant properties of grape berries from wines/vines grow in subtropical climate. **Journal of Agriculture and food chemistry**, v. 59, p. 1078-1086, 2011.

WELLBURN, A. R. The spectral determination of chlorophylls a and b, as well as total carotenoids, using various solvents with spectrophotometers of different resolution. **Journal Plant Physiology**., v. 144, n. 3, p. 307-313, 1994.

WINKLER, A. J. **Viticultura**. 6. ed. México: Compañía Editorial Continental, 1980, 791 p. Tradução por Guillermo A. Fernandez de Lara.

WINKLER, A. J.; COOK, J. A.; KLEWER, W. M.; LIDER, L. A. General viticulture. Berkeley: University of California, 1974. 710pp.

YAMANE, T.; SHIBAYAMA, K. Effect of changes in the sensitivity to temperature on skin coloration in Aki Queen grape berries. *Journal of Japanese Society for Horticulture Science*, v. 75, p.458-462, 2006.

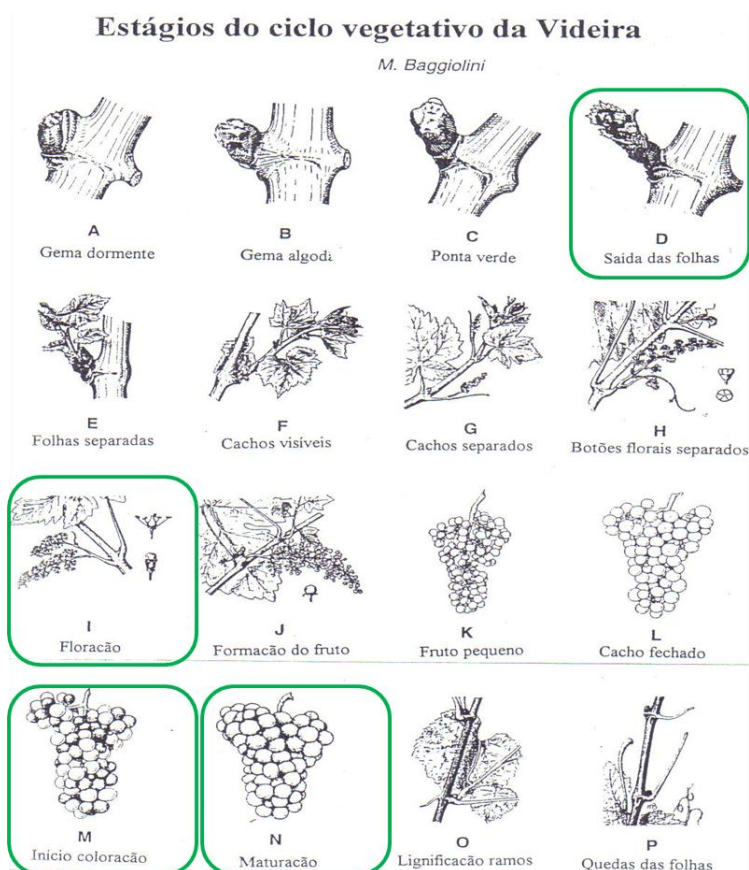
YOO, Y.J.; PRENZLER, P.D.; SALIBA, A.J.; RYAN, D. Assessment of Some Australian Red Wines for Price, Phenolic Content, Antioxidant Activity, and Vintage in Relation to Functional Food Prospects. **Journal of Food Science**, v.76, p.1355-1364, 2011.

YUSTE, D.J. Factores de desequilibrio de la vid: alternativas para el manejo eficaz del potencial vegetativo hacia el equilibrio del viñedo. In: CONTROL DEL VIGOR Y DEL RENDIMIENTO EN EL MARCO DE UNA VITICULTURA DE CALIDAD, 1., 2005, La Rioja. **Anais... LaRioja: APROVI**, 2005.

ZOECKLEIN, B. W.; FUGELSANG, K. C.; GUMP, B. H.; NURY, F. S. **Wine Analysis and Production**; Chapman & Hall: New York, 1995.

ANEXO A

Principais estádios fenológicos da videira segundo a escala proposta por Baillod e Baggiolini (1993).



Fonte: Baillod e Baggiolini (1993).